image
not
available

VETVS NOVVM TESTAMENTVM
DEI SVB NVMINE VIGET
PRINCETON
UNIVERSITY
LIBRARY

Digitized by Google

Physikalisches Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter

so wohl

nach atomistischer als auch nach dynamischer Lehrart betrachtet

mit

urzen beygefügten Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge

in

alphabetischer Ordnung

von

D. Johann Carl Fischer

der Philosophie Prof. zu Jena und verschiedener gelehrten Gesellschaften Ehrenmitgliede.

Vierter Theil.

Von Pnev. bis S.

Mit fünf Kupfertafeln in Quart.

Göttingen

bey Heinrich Dieterich.

1801.

Digitized by Google

Digitized by Google

Physikalisches Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter.

57916

Digitized by Google

Digitized by Google

Pnevmatik (pnevmatica). Unter diesem Nahmen hat Herr **Karsten** die Theorie von der Bewegung elastischer flüssiger Massen vorgetragen. Es ist bereits unter dem Artikel, **Aerometrie**, bemerket worden, daß alle Materie überhaupt elastisch, und daß unter den elastischen flüssigen Materien besonders die Gasarten zu verstehen sind. In eben diesem Artikel ist ferner angezeiget worden, daß die **Aerometrie** in die beyden Haupttheile **Aerostatik** und **Pnevmatik** oder **Aeromechanik** abgetheilet werden könne. Da nun in den Lehren von der Bewegung elastischer flüssiger Massen manches vorausgesetzet werden muß, das in der Natur nicht völlig Statt findet, so sieht man, daß diese Lehre noch manchen Schwierigkeiten unterworfen ist. Herr Karsten gibt in seiner Pnevmatik Unterricht von den Gesetzen über die Bewegung der Luft durch kleine Oeffnungen und Röhren von unbestimmter Länge, wendet diese auf die Berechnungen der Luftpumpen und Windbüchsen an, und verbindet hiermit die Lehre von der Gewalt des Schießpulvers. Zuletzt trägt er die Theorie vom Windstoße, vom Anemometer und von den Windflügeln vor.

M. s. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. VI. Greifswalde 1771. 8.

Pnevmatisch-chemischer Apparat pnevmatisch-chemische Geräthschaft (apparatus pnevmato-chemicus, appareil pnevmato-chemique). Es ist bekannt, daß die Naturlehre durch Entdeckung der verschiedenen Gasarten oder der luftförmigen Stoffe ungemein bereichert worden ist. Um nun alle diese Luftgattungen besonders aufzufangen, und mit selbigen die nöthigsten Versuche anstellen zu können, ist es nothwendig geworden, daß man mit einer eigenen dazu dienlichen Geräthschaft versehen sey, welche unter dem allgemeinen Nahmen des **pnevmatisch-chemischen Apparats** begriffen wird.

Gewöhnlich werden die sich entwickelten Luftarten in gläsernen Cylindern oder in andern gläsernen Gefäßen, welche den Glocken der Luftpumpe ähnlich sind, gesammelt. Hierbey

8208 .348 PEA PNEV-S

Digitized by Google

ben muß aber die atmosphärische Luft ganz abgesondert bleiben, weil diese sich sonst mit jenen vermischen würde. Aus diesem Grunde werden sie durch flüssige Materien gesperrt, so daß die luftförmigen Stoffe vermöge ihrer specifischen Leichtigkeit sich in den obern Theil der gläsernen Gefäße begeben, und der untere Theil derselben durch eine flüssige Materie ausgefüllet, mithin der Zugang der atmosphärischen Luft abgeschnitten ist. Bey solchen Gasarten, die sich mit dem Wasser nicht vermischen, ist diese flüssige Materie gewöhnlich Wasser; bey andern hingegen, die von dem Wasser eingeiogen werden, ist sie das Quecksilber. Daher theilet sich der pnevmatisch-chemische Apparat in den **Wasserapparat** und **Quecksilberapparat**.

Schon D. **Hales** und andere hatten den Gedanken in Ausführung gebracht, bey ihren Versuchen über die Luft Gefäße mit Wasser zu gebrauchen, in welchen gläserne Glokken mit Wasser angefüllt umgestürzt waren, und in welche sie die aus den Körpern entwickelte Luft hinleiteten, welche sich in den obern Theil der gläsernen Gefäße begab, und vermöge ihrer Elasticität das Wasser herabdruckte. Diesen Gedanken hat jedoch D. **Priestley** bey den nachmahligen weitern Entdeckungen der verschiedenen Luftarten in der Anwendung mehr zu vereinfachen und zur Anstellung der Versuche vollkommener einzurichten gesuchet, so daß man diesen als den Erfinder von dem jetzt üblichen pnevmatisch-chemischen Apparat ansehen kann. Diese seine erste Erfindung beschreibet er in der Schrift: Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft, a. d. Engl. übers. Th. I. Wien und Leipzig 1778. 8. Nachher sind noch einige Abänderungen daran gemacht worden.

Zu den wesentlichen Stücken dieses Apparats gehören folgende:

1. Ein etwas großes Gefäß, wie eine Wanne, von 3 bis 4 Fuß Länge, 18 bis 20 Zoll Tiefe, und eben so großer Breite. Es kann dieses aus Holz, oder aus inwendig verzinntem Kupfer verfertiget werden. Eine solche Wanne von

Holz

Holz kann mit eisernen Reifen umleget, und auswendig mit einer Oelfarbe angestrichen werden. Um sie bequem von einem Orte zum andern zu bringen, werden zu beyden Seiten von außen messingene oder eiserne Handhaben angebracht. Unten muß diese Wanne mit einem Hahn versehen werden, um das Wasser, womit man sie beym Gebrauch hat füllen müssen, nöthigen Falls wieder abzulassen. Zu desto mehrerer Bequemlichkeit läßt man ein Fußgestelle dazu machen, das etwa 18 Zoll hoch seyn kann, damit der obere Rand, wenn die Wanne auf dem Fußgestelle steht, ungefähr 3 Fuß hoch über dem Fußboden erhaben ist. Etwa 2 bis 4 Zoll tief unter dem obern Rande wird der Länge nach in dieser Wanne, wenn sie von Holz ist, ein Bret in horizontaler Lage befestiget, oder statt dessen eine kupferne verzinnte Platte, wenn die Wanne aus Kupfer gemacht ist. Gewöhnlich wird dieses das **Traggesimse** genannt, weil es bestimmt ist, gläserne Gefäße darauf zu stellen. Nach der Breite muß dasselbe nur den dritten Theil, oder höchstens die Hälfte von der Breite der Wanne einnehmen; auch muß es in einer Entfernung von 12 bis 15 Linien von dem Rande, welcher dem Innern der Wand zugekehret ist, mit einer Reihe von Löchern drey bis vier Zoll weit aus einander durchbohrt seyn. Durch jedes von diesen Löchern wird von unten ein Trichter mit einer kurzen Röhre so gestecket, daß der konische Theil nach unten zugekehret ist, und in dieser Lage werden die Trichter gehörig befestiget. Die so zubereitete Wanne wird hiernächst mit reinem Wasser so hoch angefüllt, daß es wenigstens 15 bis 18 Linien hoch über dem Traggesimse stehe.

2. Auch muß man mit einigen gläsernen cylindrischen Gefäßen von 12 bis 25 Zoll Höhe, auch wohl etwas mehr, versehen seyn: die eine Grundfläche muß entweder völlig geschlossen seyn, oder mittelst eines eingeriebenen gläsernen Stöpsels verschlossen werden können, die andere Grundfläche aber muß ganz offen seyn. Die Glocken besitzen auch wohl oben einen Knopf, um sie mit Bequemlichkeit aufzuheben. Uebrigens müssen diese cylindrische Gefäße so genau als mög-

lich verfertiget seyn, um aus der Höhe der darin befindlichen flüssigen Materie auf ihren körperlichen Inhalt ohne merklichen Fehler schließen zu können. In dergleichen Gefäße werden nun die Gasarten hineingeleitet, wenn man dazu vorher folgende Vorbereitung macht. Man taucht das Gefäß, welches eine Gasart aufnehmen soll, in der Wanne ganz unter Wasser, so daß es sich damit anfülle, und keine Luftblase darin bleibe. In einer solchen Stellung, wobey die Oeffnung unten befindlich ist, zieht man das Gefäß vorsichtig über dem Wasser nur so hoch empor, daß man es mit der offenen Grundfläche auf das Traggesimse über eine von dem mit dem Trichter nach unten versehenen Oeffnung stellen kann, ohne Luft hinein zu lassen; auf solche Art bleibt es voll Wasser, weil der Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche des in der Wanne befindlichen Wassers noch weit größer ist, als das Gewicht der Wassersäule, die das gläserne Gefäß über der Wasserfläche enthält. M. s. **Luft.**

3. Außer diesen zur Aufnahme der künstlichen Luft dienlichen gläsernen Gefäßen muß man noch andere in der Form von Flaschen, Bouteillen oder Kolben und Retorten zur Hand haben, in welchen die künstliche Luft aus den Körpern zuerst entwickelt, und zugleich aus diesen in jene Gefäße hinüber geleitet wird. Um Kalkerden oder Laugensalze aufzulösen, dienet eine Flasche, welche außer dem gewöhnlichen offenen Halse seitwärts noch eine andere Oeffnung hat, um eine gebogene Röhre, wie (fig. 1.) abcd vorstellet, mit Kütte darin zu befestigen, damit ihr offenes Ende d ohne Schwierigkeit von unten in die Oeffnung des Traggesimses gestecket werden könne, welche mit dem gläsernen Gefäße bedecket ist. Sonst kann man auch eine gewöhnliche Flasche oder einen Kolben wählen, und durch den Kork, womit die Flasche oder der Kolben verstopfet wird, eine Röhre, die so wie abcd gebogen ist, durchgehen lassen; da alsdann diese Röhre in den Kork befestiget seyn muß, damit man sie mit dem Kork zugleich von der Flasche oder dem Kolben abnehmen kann. In die Flasche bringt man die Kalkerde, oder was statt ihrer ge-

wähle[n]

Digitized by Google

wählet wird, gießt die Säure darüber, und verstopfet die Flasche. Beym anfänglichen Aufbrausen läßt man die ersten Dämpfe durch die Röhre in die freye Luft hinausgehen, damit sie die in der Flasche befindliche atmosphärische Luft mit hinaustreiben. Sobald man glaubt, daß die gemeine Luft herausgetreten sey, wird das Ende d der Röhre gehörig durch die im Traggesimse unter dem gläsernen Gefäße befindliche Oeffnung durchgesteckt. Die Luft, welche nun während der Auflösung ferner entwickelt wird, steigt in Gestalt von Blasen in dem gläsernen Gefäße auf, und treibt nach und nach das Wasser heraus, bis endlich das ganze Gefäß mit der Luft statt des Wassers erfüllt und auf solche Art die Luft im Wasser gesperrt wird. Bey metallischen und allen andern Auflösungen, wenn sich Luft dabey entwickelt, ist die Einrichtung in der Hauptsache dieselbe.

Beym Verbrennen und Verkalken, auch bey Reductionen der Metalle aus ihren Kalken mit oder ohne Zusatz vom Brennbaren, wenn etwa eine starke Erhitzung nöthig ist, unterscheidet sich das Verfahren von dem vorhin beschriebenen nur darin, daß die Form und übrige Beschaffenheit des Gefäßes anders seyn muß, worin die Verkalkung oder Reduction geschehen soll. Gewöhnlich dient eine gläserne Retorte, mit deren Halse die gehörig gebogene Röhre verbunden wird, dazu. Die Retorte kann alsdann mit einer unter ihrem Bauche gestellten Lichtflamme erhitzet werden. Wenn aber mehr Hitze nöthig ist, wie bey der Wiederherstellung des Quecksilbers aus seinem Kalke mit oder ohne Zusatz vom Brennbaren; so bedienet man sich eines kleinen tragbaren chemischen Ofens, den man so nahe, als nöthig, bey dem vorhin beschriebenen Gefäß mit Wasser und der übrigen Geräthschaft hinstellen kann. Bey Wiederherstellung der übrigen Metalle, und Calcinirung der kalkartigen Erden, ist zu viele Hitze nöthig, als daß eine gläserne Retorte derselben ausgesetzet werden könnte. Alsdann bedienet man sich entweder beschlagener gläserner oder irdener Retorten, welche ins Sandbad gestellet, oder ins freye Feuer geleget werden können. Auch werden

den hierbey die Leitungsröhren, um das Zersprengen zu verhüten, gewöhnlich von Blech gemacht; wenn aber die entwickelten Luftarten das Metall angreifen, so müssen sie doch von Glas seyn. Auch bedient man sich wohl eines Flintenlaufs, von welchem das eine Ende mit den hineingebrachten Materialien ins freye Feuer geleget, das andere aber mit der gebogenen Röhre versehen, oder auch gleich unmittelbar unter dem Trichter der Wanne, über welchem das Auffangungsgefäß stehet, gebracht wird.

Wenn man ein auf dem Traggesimse mit Luft entweder ganz oder zum Theil angefülltes Gefäß aus der Wanne wegnehmen will, so bringt man einen porzellanen, hölzernen oder irdenen Teller unter das Wasser, und schiebt das Gefäß so darauf, daß die untere Oeffnung beständig unterm Wasser bleibt. Ist es auf diese Weise auf dem Teller niedergesetzet, so kann man es mit dem Teller aus dem Wasser heben, und auf die Seite setzen; da alsdann die im Gefäße befindliche Luftart durch das zurückgebliebene Wasser auf dem Teller gesperrt wird.

Soll eine Luftart in Flaschen mit engen Hälsen oder in Röhren aufgefangen werden, so gebrauchet man kurzröhrige, flache, gläserne Trichter, welche in die Oeffnung der mit Wasser angefüllten umgekehrten Flaschen oder Röhren gestecket, und mit diesen über ein Loch im Traggesimse der Wanne gebracht werden. Eine solche Flasche wird alsdann, wenn sie mit einer Luftart völlig angefüllt ist, vermittelst eines Korkes oder eines eingeriebenen Stöpsels unter dem Wasser verstopft, mit Wachs verwahret, oder mit ihrer Oeffnung in einer Schale voll Wasser stehen gelassen, um sie zum Gebrauche sogleich zu Händen zu haben.

Was den Quecksilberapparat betrifft, welcher für diejenigen Gasarten, welche zu schnell von dem Wasser eingesogen werden, bestimmt ist, so ist dieser besonders nach des Herrn **Düc de Chaulnes** Einrichtung im Wesentlichen dem Wasserapparat ähnlich. Alles ist nur wegen des Preises und des specifischen Gewichtes des Quecksilbers viel kleiner. Die

Haupt-

Hauptwanne, welche das Quecksilber statt des Wassers enthalten muß, wird alsdann am besten aus Holz gemacht, so groß, daß sie höchstens 80 bis 100 Pfund Quecksilber fasset. Das Traggesimse von Holz wird eben so wie beym Wasserapparat befestiget. In diesem Gesimse befindet sich eine Oeffnung, welche unten trichterförmig ausgearbeitet ist, oben aber sich in eine kleine ½ Zoll hohe Röhre endiget, welche ungefähr ½ Zoll im Durchmesser hat. Diese Vorrichtung ist dieserwegen nothwendig, damit man wegen der Undurchsichtigkeit des Quecksilbers diese Stelle fühlen könne. Wegen des großen specifischen Gewichtes des Quecksilbers, und wegen der Kleinheit der gläsernen Gefäße, in welche die Luftart geleitet wird, können diese für sich allein nicht stehen, wenn sie mit der Luft angefüllt sind; daher muß entweder etwas schweres auf sie geleget, oder sie müssen gehalten werden. Herr **Karsten** hat zu dieser Absicht eine bequeme Vorrichtung des Quecksilberapparats angegeben, bey welcher er zugleich auf eine leichte Verrichtung aller dabey nöthigen Arbeiten Rücksicht genommen. Nach der Beschreibung und Abbildung des Herrn **Gren** a) bestehet sie in folgenden:

An einem viereckten Kasten (fig. 2.) a b c, von starkem eichenen Holze, dessen Länge b c 15 rheinl. Zolle, und die Tiefe inwendig 2 Zolle beträgt, sind hinten bey d an jeder Seitenwand zwey hölzerne Arme e d senkrecht befestiget, und bey e gabelförmig ausgeschnitten, um den Querarm f aufzunehmen, welcher durch den andrückenden Riegel bey g höher und niedriger gestellet werden kann. Dieser Querriegel f dienet, die gläsernen Gefäße, welche auf dem Gesimse der darunter stehenden pnevmatischen Wanne stehen, fest zu halten und nieder zu drücken. Die eigentliche pnevmatische Wanne, welche in jenen Kasten gestellet wird, ist i k n o q. Das Gesimse dieser Wanne muß gerade quer unter dem Balken f zu stehen kommen. Die Wanne ist aus recht dicht zusammengefügtem und zusammengeleimtem Holze verfertiget. Ihre Breite i k beträgt von außen 6 Zoll, die

 Höhe

a) Journal der Physik. B. I S. 201 f.

Höhe 8 Zoll und die Länge 10 Zoll. Um den Raum für das Quecksilber so gering als möglich zu machen, und gleichwohl am Flächenraume des Gesimses zu gewinnen, ist derjenige Theil der Wanne, welcher das Gesimse enthält, bey n o und p über die Seitenwände hervorragend. Es befindet sich das Gesimse 2 Zoll unter dem Rande der Wanne, hat eine Länge von 11½ Zoll, und eine Breite von 3½ Zoll. In der Mitte hat dieses Gesimse h eine Oeffnung, worin ein umgekehrter knöcherner Trichter befestiget ist, um die Gasarten in das Gefäß, welches über selbigem auf dem Gesimse stehet, zu leiten. Die beyden Seitenwände i und k, und die vordere Wand bestehen aus zwey Lagen recht dicht über einander geleimten Holzes, wovon die innere stärkere r nicht so hoch ist, als die äußere q, welche über jene etwa ¾ Zoll hervorraget. In dem einen Winkel, welchen der hervorragende Theil des Gesimses mit dem vordern Theile der Wanne macht, ist die Röhre f angebracht, deren obere Oeffnung dem hervorstehenden Theile der innern dicken Seitenwand gleich stehet. Durch diese Röhre kann das Quecksilber ablaufen, wenn es sich in der Wanne dadurch anhäufet, daß die auf dem Gesimse mit Quecksilber angefüllten stehenden Gefäße durch die hineingeleitete Luft ausgeleeret werden, oder bey dem Untertauchen eines Gefäßes und der Handthierung in dem Quecksilber der Wanne dieses bis über r in die Höhe steigt. Es sammelt sich alsdann in dem äußern Kasten a b c oder in einer unter die Röhre f gestellten Schale.

Der innere Raum im vordern Theile der Wanne beträgt an Breite 3½ Zoll, und an Tiefe 5¼ Zoll (die Höhe aber nur bis r gerechnet). Vier Zoll hoch über dem Boden liegt die obere Oeffnung des Gesimses h, welches ein eichenes Bretchen von ½ Zoll Dicke ist. Unter dem Gesimse beträgt die innere Länge der Wanne 8¾ Zoll, oben bis an das Gesimse aber 6½ Zoll. Ist das Gesimse 1 Zoll hoch mit Quecksilber bedeckt, so enthält davon die Wanne 167¾ Cubikzoll rheinl. Maß oder nahe 88 Pfund. Um also zum Füllen der gläsernen Gefäße, zum Sperren der mit Luft gefüllten

füllten und vom Gesimse weggenommenen Gefäße u. s. die gehörige Menge Quecksilber vorräthig zu haben, muß man wenigstens 110 Pfund davon besitzen.

Zur Auffammlung der verschiedenen Luftarten dienen am besten starke gläserne Cylinder von 6 bis 8 Zoll Höhe, welche an einem Ende offen sind, und am andern mit einem eingeriebenen Stöpsel verschlossen werden können, oder Gläser mit eingeriebenen Stöpseln.

Bey der Auffangung verschiedener Luftarten ist es anzurathen, auf jedes cylindrische Gefäß einen Streifen Papier mit dem Nahmen der hineinzuleitenden Luftgattung zu kleben, damit man sie nicht verwechsele, wenn ihrer mehrere auf dem Traggesimse stehen. Will man eine Luftart aus dem einen Gefäße in ein anderes überleiten, so bringt man letzteres mit der flüssigen Materie der Wanne angefüllt über das Loch des Traggesimses, das erstere Gefäß aber mit nach unten gekehrter Mündung in die flüssige Materie, öffnet es unter selbiger, bringt die Mündung nach und nach unter den Trichter, und läßt durch allmähliges Neigen die darin enthaltene Luft in Blasen in die Höhe steigen, und durch den Trichter in das andere Gefäß gehen. Wenn man in einerley Recipienten verschiedene Luftgattungen in einem vorgeschriebenen Verhältnisse mit einander vermischen soll, so muß man mit kleinen gläsernen Cylindern versehen seyn, wovon man den körperlichen Inhalt kennet. Einen solchen Cylinder füllt man Anfangs ein oder mehrere Mahl nach einander mit der einen Luftart, welche jedes Mahl daraus in einen größern Cylinder geleitet wird; hiernächst kann eben derselbe kleine Cylinder auch so viel Mahl, als es verlangt wird, mit einer andern Luftart angefüllt, und daraus in denselben größern Cylinder geleitet werden.

Bey allen diesen Arbeiten kommen Handgriffe vor, die man am besten durch Uebung erlernet. Verschiedene hieher gehörige Vorschriften hat Dr. Priestley in der angeführten Schrift gegeben.

Wenn

Wenn bey dem beschriebenen Verfahren mit dem pnevmatisch-chemischen Apparate die Luft in dem Gefäße, wo die L[illegible] start entwickelt wird, sich wieder abkühlet, oder sonst eine Absorption erfolget, so kann es kommen, daß der Druck der äußern Luft die Flüssigkeit der Wanne in die gläsernen Gefäße zurückdrückt, und diese dadurch zum Zerbrechen gebracht werden können. Um dieses zu verhüten, muß bey dem beschriebenen pnevmatisch-chemischen Apparate die Mündung der Röhre aus der Wanne herausgenommen werden. Herr **Lavoisier** hat einen eigenen pnevmatisch-chemischen Destillirapparat umständlich beschrieben *), an welchem Herr **Hassenfratz** durch Anbringung einer so genannten Sicherheitsröhre die Gefahr, daß die gläsernen Gefäße durch die zurückgedrückte Flüssigkeit zerspringen möchten, abzuwenden gesuchet. Nach **Lavoisiers** Einrichtung wird nämlich die Destillation aus einer Retorte verrichtet, deren Hals mit einem Ballon zusammengefüget ist. Der Ballon besitzt zwey Oeffnungen, eine von der Seite, worin der Hals der Retorte hineingehet, die andere aber oben, in welche eine gläserne Röhre eingepaßt ist. Oben ist diese Röhre umgebogen, und geht mit der andern Oeffnung in eine Flasche herab, welche die erste von einer Reihe mehrerer an einander befindlichen Flaschen ist. Alle diese Flaschen sind durch Glasröhren so mit einander verbunden, daß in jeder derselben die zuführende Röhre in diejenige flüssige Materie gehet, womit die Flasche angefüllet ist, die Oeffnung der abführenden Röhre aber diese Flüssigkeit nicht erreichet. Die abführende Röhre aus der letzten Flasche endiget sich unter eine gläserne Glocke, welche auf dem Traggesimse der Wanne stehet. In die erste Flasche wird gewöhnlich ein bekanntes Gewicht Wassers gefüllt, in die folgenden ätzendes Gewächslaugensalz mit Wasser verdünnt; die flüssigen Materien, welche diese Flaschen enthalten, so wie auch die Flaschen selbst, müssen genau abgewogen werden. Hiernächst verkütte

*) Traité element. de chemie. T. II. p. 451 f.; aus dem Franz. übers. von Hermbstädt. B. II. S. 100 f.

küttet man alle Fugen, und zwar die am Ballon mit fettem Kütt, worüber Leinwand mit Kalk und Eyweiß getränkt geschlagen wird, die andern mit einem Kütt aus gekochtem Terpentin, welcher mit Wachs zusammengeschmolzen ist. Bey einer solchen Einrichtung bleiben alle diejenigen flüchtigen Produkte, welche sich durch die Abkühlung verdichten, in dem Halse der Retorte und in dem Ballon zurück, die Luftarten hingegen gehen durch die Flaschen, und steigen in Blasen durch die darin enthaltenen flüssigen Materien in die Höhe; dasjenige, was vom Wasser eingesogen wird, bleibt in der ersten, was das Laugensalz in sich nimmt, in den folgenden Flaschen zurück; diejenigen Luftarten endlich, welche weder vom Wasser, noch vom Laugensalze verschluckt werden, gehen durch die letzte Röhre in die Glocken des Apparats. Von der Richtigkeit dieses Verfahrens überzeuget man sich dadurch, wenn das Gewicht der Stoffe vor und nach der Operation ein und dasselbe bleibt. Nach **Lavoisiers** Vorschrift kann man mit keinem Resultate zufrieden seyn, bey welchem der Unterschied des Gewichtes vor und nach der Operation auf ein Pfund Stoff, welcher zum Versuche genommen wurde, über 6 bis 8 Gran beträgt. Um nun aber der Gefahr, daß nach dem Erkalten der Retorte oder durch andere unvermeidliche Umstände, das Wasser der Wanne sogar oft bis zum Ballon der Retorte zurückgedruckt würde, auszuweichen, wählte Herr **Hassenfratz** Flaschen mit drey Mündungen, in deren beyden äußersten er die zuführende und abführende Röhre gehen läßt, durch die mittlere aber die so genannte Sicherheitsröhre, d. i., eine offen bleibende Haarröhre steckt, wovon das untere Ende in die flüssige Materie der Flasche geht. Geschieht nun eine Absorption des schon entstandenen Gas, so tritt durch diese Röhre die äußere Luft ein, welche den entstandenen leeren Raum ausfüllt. Durch diese Vorrichtung entstehet bloß dieser geringe Nachtheil, daß in den Produkten, welche durch diese Operation gewonnen werden, eine geringe Quantität gemeiner Luft beygemischet wird.

Weil

Weil bey Vermischung verschiedener Luftarten und bey andern vorkommenden Umständen manche Schwierigkeiten Statt finden, den Luftgehalt durch den gemeinen pnevmatisch-chemischen Destillirapparat genau zu bestimmen, so kam **Lavoisier** zuerst auf den Gedanken, die Gasarten durch Spritzen auszusaugen, und aus einem Gefäße ins andere zu leiten. Von dieser Einrichtung, welche als eine Abänderung des Apparats im Allgemeinen anzusehen ist, und selbst als Eudiometer gebrauchet werden kann, hat Herr **Wilke** *) eine deutliche Beschreibung gegeben. In einem Gefäße (fig. 3.) a b, von Eisenblech, das mit Oelfarbe angestrichen ist, hängen an dreyen Stangen c, c, c drey birnförmige Luftflaschen d, e, f, welche so abgewogen sind, daß sie halb mit Luft angefüllt gerade auf dem Wasser, ohne umzufallen, schwimmen. Die Oeffnungen dieser Flaschen sind unter der Wasserfläche des Gefäßes a b. Zuerst werden die Flaschen mit Wasser, und hiernächst mittelst Einbringung der Spritzröhre mit einer Luftart angefüllt. Die Spritze hat an ihrer gebogenen Röhre einen aufgehenden Schenkel, welcher eine solche Länge besitzet, daß er bis an den obern Theil der Flaschen d, e, f reicht, und welcher so fest ist, daß damit die Flaschen gehoben werden können. Bey g ist eine Glaskugel mit zwey Hälsen an die obere Oeffnung der Spritze befestiget. Die Spritze h i selbst besteht aus einem ganz glatten gleich weitem Cylinder von Messing, in welchen ein Stempel mit Leder überzogen genau passet; die Zugstange i k ist vierkantig, und der ganzen Länge nach in Zolle und Linien abgetheilet, welche noch mittelst eines am Loche i angebrachten Nonius in Zehntheile getheilet werden. Hierdurch wird also der innere Raum der Spritze in Hunderttheile eines Zolles abgetheilet. Diese Vorrichtung dienet vorzüglich zur genauen Abmessung der verschiedenen Luftarten und zur Vermischung derselben in jedem beliebigen Verhältnisse.

Will

*) Schwedische Abhandl. B. IV. 1785. Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. III. St. 4. S. 106 f.

Will man sie zum Eudiometer gebrauchen, so wird alsdann von den Flaschen die eine mit der Salpeterluft, und die andere mit der zu prüfenden Gasart angefüllt. Hierauf zieht man mit der Spritze aus diesen Flaschen gleiche oder auch verhältnißmäßige Theile aus, und bringt sie in die mittelste Flasche e zusammen. Nun stellt man die Spritze genau auf die anfängliche Abtheilung, und zieht den Rückstand der Luft in die Spritze ein, da denn das Volumen derselben unmittelbar an den Graden der Stange abgemessen werden kann. Bey dieser Prüfung müssen alle Theile der Geräthschaft eine hinlängliche Zeit hindurch an einerley Ort gestanden und einerley Temperatur angenommen haben. Außerdem müssen die Flaschen während dem Einsaugen nicht an ihren Armen hängen bleiben, sondern mittelst der eingesteckten Spritzröhre selbst abgehoben und so versenket werden, daß das innere Wasser mit dem äußern im Gefäße beständig in einerley Höhe bleibt, mithin die eingeschlossene Luft mit der äußern gleiche absolute Elasticität behält. Beym Ausziehen der Spritzröhre aus der Flasche muß man Sorge tragen, daß weder eine Luftblase herausgehe, noch hineinkomme, welches die Menge der abgemessenen Luft abändern würde. Zu diesem Ende ist es rathsam, über die Luft in der Spritzröhre etwas Wasser zu ziehen, welches bey der Abmessung selbst wieder herausgetrieben wird. Läßt man die Salpeterluft zu der zu prüfenden hinzu, so muß die Spritzröhre so hoch hinaufgebracht werden, daß die Salpeterluft nicht erst durchs Wasser gehen darf. Man sieht wohl, daß diese Einrichtung zum Gebrauche des Eudiometers etwas zu zusammengesetzet ist. Uebrigens hat Herr **Wilke** auch einen zum Eudiometer dienenden Quecksilberapparat beschrieben.

Auch hat Herr **Göttling** [α]) Vorschriften gegeben, die Luftarten aus einem Gefäße ins andere zu bringen.

Der Herr Cameralbaudirektor **Gruber** [β]) in Prag hat eine eigene Einrichtung zur Bestimmung des Luftgehaltes in verschie-

α) Beschreibung verschiedener Blasenmaschinen. Erfurt 1784. 4.
β) Grens Journal der Physik. B. VIII. S. 163 f.

verschiedenen Flüssigkeiten beschrieben. Die Methode besteht bloß darin, die Versuche im leeren Raume über dem Quecksilber einer Barometerröhre anzustellen. Zu diesem Ende nimmt er eine 50 pariser Zoll lange, 4 Linien weite, ½ bis ¾ Linien starke und genau calibrirte Barometerröhre, und stellt sie in einem dazu eingerichteten Becken senkrecht auf. Von oben herab wird vermittelst eines beweglichen Maßstabes, welcher in Zolle und Linien abgetheilt ist, die Länge der Luft-, Wasser- und Quecksilbersäule abgezählet. Dieser Maßstab gibt zugleich nach dem zugehörigen Caliber das Grangewicht des Quecksilbers an. Das Becken, worin das Quecksilber sich befindet, ist von Holz, und inwendig mit getriebenem und lackirtem Eisenblech verkleidet. Seine Gestalt erlaubt, die aufwärts gebogene Oeffnung einer kleinen gläsernen Spritze von unten in die Mündung der Barometerröhre zu bringen. Vermittelst dieser Spritze wird diejenige flüssige Materie, deren Luftgehalt geprüfet werden soll, in die mit Quecksilber angefüllte und aufrecht stehende Röhre eingebracht. Im Anfange muß dieß Einspritzen sehr langsam und nur mit einigen Tropfen geschehen; auch muß überdem nicht zu viel eingespritzet werden, damit sich nicht etwa in der Folge, wenn die flüssige Materie bis zum Sieden erhitzt wird, der obere Luftraum allzusehr ausdehne, und das Quecksilber unten ins Becken ganz heraustreibe. Schon während dem Einspritzen der Flüssigkeit entbindet sich der größte Theil des Luftgehaltes, und begibt sich in den luftleeren Raum der Barometerröhre. Der übrige Theil wird durch die Siedhitze aus der Flüssigkeit ausgetrieben, indem man die oben losgemachte Röhre ein wenig vorwärts beugt, und mit der Flamme einer in Spiritus getauchten Baumwolle an der Säule der Flüssigkeit auf- und niederfähret, bis sich große den ganzen Durchmesser der Röhre einnehmende Dunstblasen zeigen. Alsdann läßt man alles bis auf die bestimmte Temperatur, worin man die Versuche vergleichen will, wieder abkühlen. Da nun bey dieser Temperatur der Cubikinhalt des Luftraumes der eingespritzten Flüssigkeit, und die

die Höhe der darunter stehenden Quecksilbersäule vermittelst des beweglichen Maßstabes angezeiget wird, so kann man aus diesen Datis und dem zugleich beobachteten Stande eines gewöhnlichen guten Barometers den Luftgehalt der zum Versuche gewählten Flüssigkeit nach den von Herrn **Gruber** hierzu mitgetheilten Formeln berechnen. Man hat diese Methode vorzüglich zur Bestimmung des Luftsäuregehaltes verschiedener Mineralwässer angewendet. Gegen selbige hat jedoch Herr Dr. **Reuß** in Biliu [a]) verschiedene nicht unerhebliche Einwendungen gemacht, und **Bergmanns** gewöhnliches Verfahren für einfacher und zuverlässiger erkläret.

M. s. **Karsten** Anfangsgründe der Naturlehre, mit Anmerk. und Zusätzen von **Gren**. Halle, 1790. 8. S. 705. **Grens** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. B. I. 1794. 8. S. 201 f. **Lavoisier** System der antiphlogistischen Chemie; aus dem Franz. von Dr. **Hermbstädt**. B. II. Berlin und Stettin 1792. 8. S. 101 f.

Polarität (polaritas, polarité). Hierunter versteht man im Allgemeinen die Eigenschaft einiger Körper, besonders an zweyen gerade entgegengesetzten Punkten andere leichte Körper mit beträchtlicher Kraft anzuziehen oder zurückzustoßen. So gibt es einige harte glasartige Steine, welche in Ansehung der Elektricität, wenn sie erwärmet oder erkaltet werden, Polarität zeigen, unter welchen sich vorzüglich der so genannte **Turmalin** auszeichnet. Um den einen Punkt herum zeiget sich positive, und um den andern gerade entgegengesetzten Punkt negative Elektricität. Das auffallendste dabey ist dieß, daß derjenige Punkt, welcher bey der Erwärmung positiv ist, durch die Erkaltung negativ wird, und umgekehrt.

Im eigentlichsten Sinne findet sich Polarität beym Magnete und bey den damit bestrichenen Nadeln. Gerade an den

a) Einige Bemerkungen über Herrn Grubers Apparat, den Luftgehalt verschiedener Flüssigkeiten zu bestimmen, in Grens neuem Journ. d. Phys. B. II. S. 89. u. f.

den beyden Punkten des Magnets leget sich die Stahlfeil wenn man solche an selbigen bringt, am meisten an; au stellt sich an diesen beyden Punkten eine feine stählerne Nad auf die Oberfläche des Magnets senkrecht. Wenn der Magn sich frey bewegen kann, so kehret sich der eine dieser Punk gegen Mitternacht und der andere gegen Mittag hin. Ma nennt sie den **Nordpol** und **Südpol** des Magnets; m. **Magnet.** Eine gleiche Beschaffenheit hat es auch m den künstlichen Magneten und Magnetnadeln; diese habe an ihren beyden Enden die Pole; m. s. **Magnetnadel.**

Die Alten kannten die Polarität des Magnets nicht, o sie gleich unter allen magnetischen Eigenschaften die nützlich ist. Erst in dem dunkeln mittleren Zeitalter, da die Ma gnetnadeln und Seecompasse erfunden, und von den Seefa rern mit so großem Nutzen zur Schiffahrt gebrauchet wu den, wurde auch diese merkwürdige Eigenschaft entdecke m. s. **Compaß.** Bey diesem Gebrauche der Magnetnade mußte man auch bald entdecken, daß diejenige Weltgegen nach welcher die Nadeln hinwiesen, nicht ganz genau d Mitternachtsgegend sey, wiewohl die zuverlässigern Beobac tungen davon erst im sechszehnten Jahrhunderte ihren A fang nehmen; m. s. **Abweichung der Magnetnade** Auch lehrten die folgenden Beobachtungen, daß diese A weichung selbst nach Ort und Zeit veränderlich sey, und da sich die Nadel gegen den Horizont neige; m. s. **Neigun der Magnetnadel.**

Der erste, welcher die Polarität des Magnets befried gend erklärte, war der englische Arzt **Gilbert**. Er wuß aus der Erfahrung, daß zwey gleichnahmige Pole sich a stießen, und ungleichnahmige sich anzogen; daher nahm an, daß unsere Erde selbst ein Magnet sey, mithin geg Norden und Süden Pole besäße, welche gegen die Sü und Nordpole der Magnete freundschaftlich oder anziehe wären. Diese Erklärung ist auch durch die nachherig Wahrnehmungen immer mehr und mehr bestätiget worde so daß man jetzt, ohne Beyhülfe eines Magneten, jede

Eise

Eisen bloß durch den Magnetismus der Erde Polarität zu geben vermag; m. s. **Magnet.** Es hat daher die Polarität des Magneten ohne Zweifel ihren Ursprung von dem Anziehen und Abstoßen der magnetischen Pole der Erde, und eines jeden einzelnen Magnets. Ueberhaupt findet gar kein Magnetismus ohne Polarität Statt, indem jedes Eisen, welches vom Magnet angezogen wird, selbst ein Magnet wird, und daher Pole bekommt; m. s. **Magnet.**

Polarkreise, Polarcirkel (circuli polares, cercles polaires). So werden zwey kleinere Kreise auf der Himmels- und Erdkugel genannt, welche in allen ihren Punkten von den Polen dieser Kugeln um das Maß der Schiefe der Ecliptik entfernet sind. Es sind also diese beyden Kreise, wovon der eine der **nördliche** (arcticus), und der andere der **südliche** (antarcticus) genennet wird, mit dem Aequator parallel, und gehören daher am Himmel zu den Tagekreisen, auf der Erde aber zu den Parallelkreisen. Ihre Punkte sind vom Aequator ungefähr um $66\frac{1}{2}°$ entfernet. Auch die Pole der Ecliptik am Himmel stehen von den Weltpolen um das Maß der Schiefe der Ecliptik ab; m. s. **Pole der Ecliptik.** Mithin sind die beyden Polarkreise die Tagekreise von den Polen der Ecliptik.

Durch die beyden Polarkreise auf der Erdkugel werden die gemäßigten und kalten Zonen begrenzt. Der nördliche Polarkreis geht durch Grönland, Lappland, den nördlichen Theil von Sibirien, Kamtschatka, Californien, den nördlichen Theil von Amerika, durch das Eismeer und Island. Was den südlichen Polarkreis betrifft, so fällt dieser in die noch zum Theil unbekannten Länder um den Südpol. Allen denjenigen Oertern, welche in diesen Kreisen liegen, geht die Sonne am längsten Tage gar nicht unter; am kürzesten Tage hingegen würde ihnen die Sonne gar nicht empor kommen, wenn nicht die Strahlenbrechung das Bild derselben über den Horizont erhöbe.

Weil die Schiefe der Ecliptik veränderlich ist (m. s. **Schiefe der Ecliptik**), so wird auch mit dieser die Stelle

und Größe der Polarkreise verändert. Allein diese Veränderung ist so gering, daß sie, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, ganz außer Acht gelassen werden kann.

Bey den Griechen wurde ein Polarkreis derjenige Kreis genannt, welcher um den Pol mit einem Bogen der Polhöhe gleich beschrieben wird, mithin um den erhabenen Pol die Sterne einschließt, welche nie untergehen, an dem entgegengesetzten, welche nie aufgehen *). Es waren also diese Polarkreise mit der Polhöhe veränderlich.

Polarstern, Nordstern, Leitstern (stella polaris s. nauigatoria, etoile polaire) ist ein Fixstern von zweyter Größe, welcher in unsern Gegenden dem Nordpole am nächsten stehet. Man bemerket diesen Stern gegen Mitternacht sehr leicht, weil bey selbigem wenige andere kenntliche Sterne befindlich sind. Er ist der letzte im Schwanze des bekannten kleinen Bären oder der letzte in der Deichsel des von dem Landmanne gewöhnlich genannten **kleinen Himmelswagens**, und einige 50° über dem Horizont erhaben. Seinen Ort verändert er nie merklich, man mag ihn zu einer Jahreszeit und zu einer Stunde in der Nacht betrachten, in welcher man will; er hat immer ein und die nämliche Stelle. Alle übrige Fixsterne scheinen von diesem Sterne gleich weit entfernet zu seyn. Daher scheint dieser Stern mit dem Nordpole am Himmel einerley Stelle zu haben, oder doch wenigstens diesem sehr nahe zu seyn. Genauere Beobachtungen haben letzteres auch wirklich gelehret. Wegen des Vorrückens der Nachtgleichen, welches jährlich etwa 50,3″ beträgt, muß aber der Abstand des Polarkreises von dem Nordpole veränderlich seyn. Zu den Zeiten des **Eudoxus** war sogar der Stern β in der Schulter des kleinen Bären dem Pole näher, als der Stern α, oder der jetzige Polarstern. Im Jahre 1577 fand **Tycho** die Entfernung vom Pole 2° 58′ 50″, im Jahre 1680 **Riccioli** 2° 32′ 30″, im Jahre 1732 **Maraldi** 2° 7′ 9″. In des Herrn **Bode** Fixsternverzeichnisse vom Jahre 1780 wird die Abweichung der

*) De sphaera et circulis coelestibus liber. cap. 2. Lond. 1620.

der Polarsterne 88° 7′ 49″, und ihre jährliche Zunahme 19,6″ angegeben. Hieraus folgt also die Entfernung vom Pole 1° 52′ 11″. Aus diesen Bestimmungen müßte also der Polarstern dem Pole jährlich näher rücken, und zuletzt vielleicht mit dem Pole gar zusammenfallen. Weil sich aber durch das Vorrücken der Nachtgleichen die Fixsterne um die Pole der Ecliptik in Parallelkreisen zu bewegen scheinen, so müssen sie auch ihren Stand nach langer Zeit gegen die Weltpole ändern. Nun steht der Polarstern vom Nordpole der Ecliptik um das Complement seiner Breite, d. i., um 22° 55½′, der Nordpol aber um das Maß der Schiefe der Ecliptik oder um 23° 28′ ab; mithin ist die Differenz 27½′ die größte Nähe, in welche der Polarstern jemahls dem Nordpole kommen kann. Sobald er diese Nähe erreichet hat, so wird er sich von selbigem wieder entfernen.

Das dem Südpole am nächsten stehende Sternbild, der **Seeocsante** nach **de la Caille**, hat nur Sterne von fünfter Größe; daher wird das β in der kleinen Wasserschlange, ein Stern von zweyter Größe, für den südlichen Polarstern angenommen, ob er gleich noch über 11° vom wahren Südpole entfernet ist.

Pole (poli, poles) heißen in der Lehre der Kugelschnitte die beyden Endpunkte einer Axe, welche auf der Ebene irgend eines Kugelschnittes senkrecht steht. Wenn die Ebenen mehrerer Kugelschnitte mit einander parallel sind, so gehören denselben eine gemeinschaftliche Axe, mithin auch einerley Pole zu. Man findet daher sehr leicht die Pole eines Kreises oder mehrerer so genannter Parallelkreise auf der Oberfläche der Kugel, wenn man durch den Mittelpunkt auf der Ebene eines solchen Kreises eine senkrechte Linie errichtet, und dieselbe auf beyden Seiten bis an die Oberfläche der Kugel verlängert. Hieraus erhellet, daß die Pole von allen Punkten derjenigen Kreise, welchen sie zugehören, gleich weit, und von den Punkten des größten Kreises um 90° Grad entfernet sind. Auch wenn sich zwey größte Kreise einer Kugel unter einem beliebigen Winkel schneiden, so schneiden sich ebenfalls

ihre zugehörigen Axen im Mittelpunkte unter eben demselben Winkel, und die Pole derselben sind von einander um den Bogen entfernet, welcher das Maß von jenem Winkel ist.

Stellt man sich vor, daß die Endpunkte eines völlig unbeweglichen Durchmessers einer Kugel festgehalten werden, um welchen sich die Kugel drehen kann, so muß alsdann ein jeder Punkt auf der Oberfläche der Kugel einen Kreis beschreiben, von welchem jene festgehaltenen Punkte die Pole, und der unbewegliche Durchmesser die Axe sind. Daher entsteht der Nahme **Pol**, welcher ursprünglich einen Punkt bedeutet, um welchen etwas gedrehet wird (von πολεω, verto).

So scheinet einem jeden Beobachter unserer Erdfläche, als ob sich der ganze Himmel binnen 24 Stunden von Morgen gegen Abend so umdrehe, daß zwey einander entgegengesetzte Punkte dabey völlig unbewegt sind, welche daher die **Pole des Himmels** oder **Weltpole** heißen; m. s. **Weltpole**. Sie sind die Pole des Aequators und der damit parallel laufenden Tagekreise, welche die Sterne am Himmel zu beschreiben scheinen. Die Astronomie lehret aber, daß eigentlich die Erdkugel sich während dieser Zeit um ihre Axe drehet, deren beyde Endpunkte, als die Pole des Erdäquators und der Parallelkreise unbewegt bleiben; m. s. **Erdpole**.

Ueberhaupt aber lassen sich für jeden Kreis an der Himmelskugel Pole gedenken. So sind der obere und untere Scheitelpunkt die Pole des Horizontes, der Morgen- und Abendpunkt die Pole des Mittagskreises, der Mittags- und Mitternachtspunkt die Pole des ersten Scheitelkreises. Auch die Ecliptik hat ihre eigenen Pole am Himmel, welche besonders merkwürdig sind; m. s. **Pole der Ecliptik**.

Bey andern kugelähnlichen Körpern, welche sich um eine Axe drehen, werden die Endpunkte dieser Axe die **Pole der Umdrehung** genannt. Sie sind zugleich die Pole aller derjenigen Parallelkreise, welche durch die Punkte auf der Oberfläche dieser kugelähnlichen Körper beschrieben werden. Auf diese

diese Art finden Pole der Umdrehung bey der Sonne, dem Monde, dem Jupiter u. s. f. Statt.

In einem etwas andern Verstande nimmt man bey einigen Körpern, bey welchen von keiner Umdrehung und Kugelgestalt die Rede ist, den Ausdruck **Pole** so, daß man darunter zwey einander entgegengesetzte Punkte auf der Oberfläche dieser Körper versteht, welche andere leichte Körper vermöge einer besondern Kraft am stärksten entweder anziehen oder zurückstoßen, wie z. B. die elektrischen Pole am Turmalin, die magnetischen Pole am Magneten u. s. f.

Pole der Ecliptik (poli eclipticees, poles de l'ecliptique) sind diejenigen Punkte an der scheinbaren Himmelskugel, welche von allen Punkten der Ecliptik um einen Quadranten oder 90° entfernet sind, oder die Endpunkte der Axe der Ecliptik. Der eine von beyden Punkten, welcher in die nördliche Halbkugel fällt, heißt der **Nordpol**, und der andere entgegengesetzte, welcher in unsern Ländern unsichtbar bleibt, der **Südpol der Ecliptik**. Sie stehen von den Weltpolen um einen Bogen ab, welcher das Maß von demjenigen Winkel ist, unter welchem sich die Axen der Ecliptik und des Aequators in dem Mittelpunkte schneiden, und welcher der Schiefe der Ecliptik gleich ist; m. s. **Schiefe der Ecliptik**. Der Nordpol fällt in das Sternbild des Drachen, und der Südpol in das südliche Sternbild des Schwerdfisches.

Diese beyden Pole beschreiben am Himmel binnen 24 Stunden Kreise um die Weltpole, welche Polarkreise heißen; m. s. **Polarkreise**. Daraus folgt, daß sie in jedem Augenblicke ihre Stellung am Himmel verändern; daher muß sich denn nothwendig auch die Lage der Axe, und die Ecliptik selbst gegen den Horizont, Mittagskreis und überhaupt gegen alle unbewegliche Stücke an der Himmelskugel in jedem Augenblicke ändern.

Größte Kreise durch die Pole der Ecliptik gelegt, stehen auf dieser senkrecht, und werden Breitenkreise genannt, weil auf selbigen die Breiten der Gestirne gemessen werden; m. s.

Kreise der Gestirne. Besonders heißt derjenige größte Kreis, welcher durch die Pole der Ecliptik und zugleich durch die Weltpole geführet wird, mithin sowohl ein Deklinations- als auch Breitenkreis ist, der **Kolur der Sonnenstände**, weil sich in diesem Kreise die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn am längsten und kürzesten Tage befindet; m. s. **Koluren.**

Wegen des Vorrückens der Nachtgleichen wird eine scheinbare Bewegung der Fixsterne verursachet, womit ein jeder derselben mit der Ecliptik parallel von Morgen gegen Abend fortgehet. Die Kreise, welche durch diese Bewegung beschrieben werden, gehen um die Pole der Ecliptik, welche hierbey unbewegt bleiben. Wegen der Veränderlichkeit der Schiefe der Ecliptik aber, welche ihre Entfernung von den Weltpolen abändert, sind sie einer kleinen Bewegung unterworfen.

Pole, magnetische (poli magnetici, poles magnetiques, poles de l'aimant) heißen diejenigen Punkte eines Magnets, wo die Anziehung gegen das Eisen oder eines andern Magneten am stärksten Statt findet. Sobald sich der Magnet frey bewegen kann, so richtet sich der eine Pol nach Mitternacht und der andere nach Mittag; daher auch jener der **Nordpol** und dieser der **Südpol** genennet wird; m. s. **Magnet.** Wird der natürliche Magnet armirt, so heißen alsdann die beyden vorstehenden Füße die **künstlichen Pole.** Vermöge der Erfahrung findet bey zwey verschiedenen Magneten das allgemeine Gesetz Statt: diejenigen Pole, welche ungleiche Nahmen haben (nämlich der Nordpol des einen und der Südpol des andern Magneten), ziehen sich an, die gleichnahmigen aber stoßen sich zurück; dieß hat die Eintheilung jener Pole in **freundschaftliche** oder **einige** (amici), und dieser in **feindliche** oder **uneinige** (inimici) veranlasset. Auch ist man selbst dadurch verleitet worden, zwey einander entgegengesetzte Magnetismen anzunehmen, und den Magnetismus des Nordpols durch + M und des Südpols durch — M zu bezeichnen; m. s. **Magnet.**

Unter

Unter eben diesem Artikel ist gezeiget worden, daß unsere Erde selbst als ein Magnet zu betrachten sey, welche folglich auch magnetische Pole, und zwar den Nordpol — M und den Südpol + M besitzen müsse. Daß sich diese Pole der Erde wahrscheinlich verändern, ist unter dem Artikel, **Abweichung der Magnetnadel**, angeführet worden.

Polemoskop, Operngucker (polemoscopium, polemoscope). Diesen Nahmen hat **Hevel** a) einem im Jahre 1637 erfundenen optischen Werkzeuge gegeben, durch welches Gegenstände betrachtet werden können, welche sonst dem bloßen Auge durch einen undurchsichtigen Körper verdecket werden. **Hevel** hatte den Gedanken, ein im Kriege vielleicht brauchbares optisches Instrument anzugeben, um mittelst selbigem ohne Gefahr über Mauern und Wälle zu sehen, und dieserwegen erhielt es die Benennung **Polemoskop** (Kriegsperspektiv).

Nach **Hevels** Einrichtung besteht das Polemoskop aus Röhren, welche sich in einander verschieben lassen, wie a c (fig. 4.). An dem obern Ende a ist die Röhre a b rechtwinklicht angesetzt und bey b offen. Auch am untern Ende c ist eine kurze Röhre, mit einer hohlen Augenlinse versehen, angebracht. In der Mitte e der ganzen Vorrichtung befindet sich ein erhabenes Objectivglas, welches sich verschieben läßt, indem man den obern Theil a e entweder herausziehet oder zurückdrucket. In den rechten Winkeln bey a und c sind zwey Planspiegel unter Winkeln von 45° befestiget. Wenn nun das offene b über eine Mauer, hinter welcher das Auge bey g sich befindet, gehalten wird, so fällt von den äußern Gegenständen, gegen welche b gerichtet ist, Licht auf den Planspiegel bey a, wodurch daselbst ein Bild von selbigem verursachet wird, das gegen den andern Spiegel bey c und von da ins Auge g nach der Richtung f g reflectiret wird. Wären nun gar keine Gläser vorhanden, so würde das Auge die Gegenstände eben so sehen, als wenn es in b sich befände, weil durch bloße Planspiegel die Lage und Gestalt der Bil-

a) Selenographiae prolegom. p. 24 sq.

der nicht geändert wird. Befindet sich aber bey d ein Hohlglas, und bey e ein erhabenes Glas, welche beyde Gläser folglich in gehöriger Zusammensetzung ein holländisches Fernrohr bilden, so wird das von dem Glase e gemachte Bild in Ansehung seiner Größe durch den Planspiegel bey c nicht geändert, mithin sieht das Auge bey g entfernte Gegenstände aufrecht, deutlich, und vergrößert. Es könnte auch bey c der Planspiegel ganz wegbleiben, alsdann müßte aber das Hohlglas unten bey c angebracht seyn, und das Auge von unten hinauf gegen den obern Planspiegel bey a hinsehen; in einem solchen Falle würden folglich die Gegenstände, welche über b hinausliegen, in dem Spiegel, worin sie sich abspiegeln, wie durch ein wahres holländisches Fernrohr betrachtet.

Eine vollständige Anleitung zur Verfertigung solcher Werkzeuge hat besonders **Hertel** [α]) gegeben, und zugleich den Vorschlag gethan, statt des Hohlglases bey d, welches das Gesichtsfeld sehr verkleinert, drey erhabene Gläser zu nehmen, oder ein so genanntes Erdfernrohr zu verfertigen. Dagegen will **Leutmann** [β]) lieber das Objektivglas e gleich vorn bey b angebracht wissen, um sogleich das von den Gegenständen herkommende Licht aufzufangen, zu brechen, und so dem Planspiegel bey a zuzusenden.

Von dergleichen Werkzeugen handelt auch **Smith** [γ]).

Schwerlich wird aber irgend eine von allen angegebenen Einrichtungen zu einem solchen ernsthaften Gebrauche, als **Hevel** bey der Erfindung beabsichtigte, angewendet werden. Desto häufiger wird indessen zu andern Zeiten dieses Werkzeug als Operngucker gebrauchet. In einem gewöhnlichen holländischen Taschenperspektive wird nämlich die Röhre etwas weiter über das Objektivglas hinaus verlängert, und an einer Seite ausgeschnitten. Dieser ausgeschnittenen Oeffnung gerade

α) Vollständige Anweisung zum Glasschleifen, und Verfert. der optischen Maschinen. Halle 1716. 8. Th. II. Cap. 4. §. 9.
β) Anmerkungen vom Glasschleifen. Wittenb. 1719. 8. §. 101 f.
γ) Lehrbegriff der Optik durch Kästner. B. II. Cap. 13.

gerade gegenüber ist, wie bey a, ein Planspiegel befestiget, welcher gegen die Axe des Fernrohres unter dem Winkel von 45° geneigt ist, so daß derjenige Lichtstrahl, welcher auf die Mitte des Spiegels fällt, nach der Reflexion in der Axe des Rohres fortgehet. Auch kann das Objektivglas selbst in der seitwärts angebrachten Oeffnung stehen, in welchem das auffallende Licht gebrochen, und so dem gegenüberstehenden Spiegel zugesendet wird. Derjenige, welcher sich dieses Operngucker bedienet, sieht diejenigen Gegenstände, nach welchen das Fernrohr gerichtet ist, nicht, sondern diejenigen, von welchen Licht durch die seitwärts befindliche Oeffnung einfallen kann. Hierdurch ist man also im Stande, nach allen möglichen Richtungen Gegenstände zu betrachten, ohne daß ein Zuschauer gewahr wird, welche Sache man eigentlich betrachte.

Polhöhe (eleuatio poli, arc d'élevation du pole) ist ein Bogen des Mittagskreises zwischen dem sichtbaren Pole und dem Horizonte. Es sey der sichtbare Pol irgend eines Ortes die Stelle p (fig. 5.), cod der Horizont, und apnq der Mittagskreis des Ortes, so ist seine Polhöhe der Bogen pd. Dieser Bogen ist zugleich das Maß von demjenigen Winkel, unter welchem die Weltaxe pq gegen den Horizont cod des Ortes geneigt ist. Die Polhöhe pd und die Aequatorhöhe ac machen zusammen 90° aus, oder die Polhöhe ergänzt die Aequatorhöhe zu 90°, oder umgekehrt; m. s. **Aequatorhöhe.** Wenn daher eine von diesen beyden Höhen bekannt ist, so läßt sich daraus sehr leicht die andere finden.

Die Polhöhe eines Ortes auf unserer Erde ist jederzeit der geographischen Breite desselben gleich; m. s. **Breite, geographische.** Es bleibt daher dem Astronomen sowohl, als auch dem Geographen das erste und wichtigste Geschäft, die Polhöhe eines jeden Ortes auf der Oberfläche der Erde genau zu finden, weil die Lage eines Ortes auf der Erde durch seine Breite und Länge bestimmt wird. Es gibt verschiedene **Methoden**, die Polhöhen der Oerter zu finden, welche man

man vorzüglich bey dem Herrn **von Maupertuis** [α]), und aus demselben beym Herrn **Kästner** [β]) findet.

Die gemeinste Art, die Polhöhe eines Ortes zu finden, ist diese: man beobachtet in den Winternächten, welche länger als 12 Stunden dauern, die größte und kleinste Höhe eines Fixsternes, welcher nicht untergehet; die halbe Summe der gefundenen Höhen ist die gesuchte Polhöhe. Wäre nämlich ſd die kleinste und kd die größte beobachtete Höhe des Sternes ſ, so ist $\frac{1}{2}(ſd + kd) = \frac{1}{2}(kſ + 2ſd) = \frac{1}{2}(2pſ + 2ſd) = pſ + ſd = pd =$ der Polhöhe. Von den beobachteten Höhen muß man eigentlich noch die durch die Strahlenbrechung verursachte Erhöhung subtrahiren. Wählt man aber hierzu den Polarstern, so ist seine kleinste Höhe von der größten wenig verschieden, mithin ist die Strahlenbrechung für beyde Höhen beynahe gleich, und der Fehler in Ansehung der Strahlenbrechung wird nicht sehr erheblich seyn.

Im Jahre 1738 fand **de l'Isle** [γ]) für die Polhöhe von Petersburg des Polarsterns

scheinb. Höhe $= 62^\circ\ 5'\ 35''$	scheinb. kl. Höhe $= 57^\circ\ 48'\ 0''$
Strahlenbr. $31''$	Strahlenbr. $37''$
$kd = 62^\circ\ 5'\ 4''$	$ſd = 57^\circ\ 47'\ 23''$
$ſd = 57^\circ\ 47'\ 23''$	
$kſ = 4^\circ\ 17'\ 41''$	
2)	
$pſ = 2^\circ\ 8'\ 50{,}5''$	

$pſ + ſd = 59^\circ\ 56'\ 13{,}5'' =$ Polhöhe von Petersburg.

Ferner läßt sich die Polhöhe auch auf folgende Art finden: man beobachte die Mittagshöhe eines Gestirnes, dessen Deklination bekannt ist, und subtrahire diese von jener; die Differenz ist die Aequatorhöhe; diese von 90 Grad subtrahiret, gibt die gesuchte Polhöhe. Wird die Höhe des Nordpols

α) Astronomie nautique; in den *oeuvres de Mr. Maupertuis.* Lyon 1756. Tom. IV.

β) Astronomische Abhandlungen. Samml. I. Göttingen 1782. 8. S. 410 u. f.

γ) Commentat. Acad. Petropol. Tom. II. p. 503.

pols beobachtet, und die Deklination des Gestirnes wäre südlich, so muß diese als negativ betrachtet, mithin zur beobachteten Mittagshöhe addiret werden, um die Aequatorhöhe zu finden.

Am 14. Sept. 1753 beobachtete **Tob. Mayer** zu Göttingen *) die Mittagshöhe des obern Sonnenrandes, und

fand sie	= 42° 1′ 57″
Verbesser. abzuziehen	55″
wahre Höhe	= 42° 1′ 2″
Halbm. der Sonn. abzuzieh.	15′ 59″
Höhe des Mittelpunktes	= 41° 45′ 3″
Nördl. Deklin. der Sonne	3° 17′ 19″
Aequatorhöhe	38° 27′ 44″, also
Polhöhe	51° 32′ 16″.

Bey der Beobachtung der Polhöhe eines Ortes ist es wegen mehrerer Umstände gar nicht zu vermeiden, kleine Fehler zu begehen; daher auch die Bestimmung der Polhöhe eines und des nämlichen Ortes bey der wiederhohlten Beobachtung anders ausfällt. Um also die Polhöhe eines Ortes so genau als möglich zu finden, muß man aus mehreren Beobachtungen das Mittel nehmen. So wird die Polhöhe von Petersburg in den connoiss. des mouv. celestes 1764. 59° 56′, und die von Göttingen von **Mayer** auf 51° 31′ 54″ angegeben.

Dem Seefahrer ist die Erfindung der Polhöhe, um den Ort, wo er sich befindet, zu wissen, eine der vornehmsten astronomischen Aufgaben. Die Auflösung dieser Aufgabe ist wegen des Schwankens des Schiffes weit schwieriger, als auf dem festen Lande; indessen bleibt sie aber immer leichter, als die Erfindung der geographischen Länge. Die meisten Seefahrer gebrauchen bey der Bestimmung der Polhöhe nicht die Höhe eines Sternes, sondern dessen Entfernung vom Zenith, oder das Complement seiner beobachteten Höhe. Er mißt daher mit dem hadley'schen Spiegeloctanten den Abstand des Gestirnes vom Zenith, wenn jenes in derjenigen Stelle

*) Commentat. soc. reg. Goetting. Tom. III. p. 447.

Stelle am Himmel befindlich ist, wo der Meridian des Ortes liegt, welcher dem Schiffer vermittelst des Compasses, wenn dessen Abweichung nur einiger Maßen bekannt ist, mit hinlänglicher Genauigkeit angezeiget wird. Um diese Gegend nämlich verändert sich überhaupt die Höhe, mithin auch der Abstand der Himmelskörper vom Zenith nicht merklich. Durch einige bald nach einander angestellte Beobachtungen findet man leicht den kleinsten Abstand des Gestirnes von dem Zenith. Man setze, es sey dieser $= \alpha$, so ist die größte Höhe dieses Gestirnes $= 90^\circ - \alpha$. Ist nun die Deklination dieses Gestirnes bekannt, welche jederzeit aus den Schifferkalendern, in welchen sich die Fixsternverzeichnisse finden, genommen werden kann, und welche β heißen soll, so wird die Aequatorhöhe $= 90^\circ - \alpha - \beta$, folglich die Polhöhe $= 90^\circ - (90^\circ - \alpha - \beta) = \alpha + \beta$ seyn.

In der nördlichen Halbkugel müssen die Entfernungen vom Zenith mittagswärts gerechnet, und die nördlichen Deklinationen als positiv; dagegen die mitternachtwärts gerechneten Entfernungen und die südlichen Abweichungen als negativ genommen werden. In der südlichen Halbkugel, oder jenseits des Aequators, findet gerade das Gegentheil Statt.

Exemp. Ein Seefahrer fand im Jahre 1775 den Abstand des Sirius vom Zenith an der nördlichen Seite des Meridians 34° 17', und die Ephemeriden gaben ihm für dieses Jahr die südliche Abweichung dieses Sternes 16° 24,6'. Beyde Größen sind hier positiv zu nehmen. Es war also

scheinbar. Abst. vom Zenith		34° 17',0
Refraktion		0,8
	also $\alpha =$	34° 17',8
	$\beta =$	16° 24',6
	$\alpha + \beta =$	50° 42',4 südliche Breite

des Schiffes.

Bey trüber Witterung, da der Schiffer die Gestirne nicht genau in der Gegend des Mittagskreises beobachten kann, hat er doch auch Methoden, die kleinste Entfernung

eines

eines Sternes vom Zenith zu berechnen, wenn er nur im Stande ist, drey Entfernungen kurz vor oder nach der Culmination zu messen, und die Zeiten zwischen denselben nach einer guten Uhr zu bestimmen. In den mehresten Fällen sind diese Methoden hinreichend, die Breite des Schiffes ziemlich genau zu finden.

M. s. **Kästner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Astronomie §. 64. u. f. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. §. 676 u. f.

Polyeder, Rautenglas (polyedrum s. polyedron, polyedre, polyscope) heißt ein Glas, welches auf der einen Seite völlig eben, auf der andern Seite aber vieleckigt geschliffen ist. Die verschiedenen Flächen, welche auf dieser Seite unter verschiedenen Winkeln gegen einander geneigt sind, haben gewöhnlich die Form einer Raute. Ein solches Glas stellt die fig. 6. im Durchschnitt vor.

Betrachtet man einen Gegenstand durch die ebene Fläche dieses Glases, so wird man durch selbiges denselben so vielmahl sehen, als es auf der andern Seite des Glases Flächen besitzet, welche Licht ins Auge senden. Es sey ab die ebene Seite, das Auge o vor selbiger, und l ein strahlender Punkt, so wird der Strahl lk auf die Ebene cd senkrecht auffallen, und ungebrochen durchs Glas ins Auge o kommen. Der Lichtstrahl lg, welcher auf die Ebene ac fällt, wird im Glase in die Lage gh gebrochen, und beym Uebergange in die Luft in h ins Auge o kommen, welches nun in der Richtung hm den Punkt l in m siehet; auf eben diese Weise gelanget der Lichtstrahl li zuletzt ins Auge o, welches den Punkt l in n siehet. Durch ein solches Glas läßt sich daher auch ein Bild im verfinsterten Zimmer vervielfältigen.

Auch wird das Polyeder besonders noch bey den dioptrischen Anamorphosen gebrauchet; m. s. **Anamorphosen.** Wenn man nämlich durch dieses Glas in einer etwas weitern Entfernung vom Auge, als es sonst gewöhnlich ist, ein vollständig zusammenhängendes Gemählde betrachtet, so siehet man nun durch jede Fläche, welche dem Gemählde zugekeh-

ret

ret ist, einen bestimmten Theil von selbigem. Auf dies Theilen stellt man Dinge vor, welche durch andere Thei des Gemähldes getrennt sind, aber durchs Rautenglas b trachtet nach der Ordnung seiner Flächen an einander a schließen. Auf solche Art sieht man durchs Glas etwa ganz anders, als was dem Auge durchs bloße Gemähl vorgestellet wird. Mehreren Unterricht hiervon findet ma beym **Leutmann** a) und **Wolf** b).

Polyopter (polyoptron, polyoptre). So wird ei auf beyden Seiten ebenes Glas genennt, welches auf d einen Seite in Form von Kugelflächen ausgeschliffene Hö lungen besitzet. Eine jede dieser Höhlungen stellt auf solc Art mit dem ihm zugehörigen ebenen Theile der andern Fläc des Glases eine Hohllinse vor, durch welche sich die Objek verkleinert zeigen. Durch ein solches Glas sieht man al die Gegenstände so vielmahl, als es auf der einen Sei ausgeschliffene Höhlungen hat. Gebrauchet man dergleiche Gläser zu Objektivgläsern in Fernröhren, so erhält man d durch Fernröhre, welche die betrachteten Gegenstände ve vielfältigen, aber ungemein verkleinern, besonders wenn d Höhlungen Kugelsegmente von Kugeln mit kleinen Hal messern vorstellen.

Polyspast, s. Flaschenzug.

Poren, s. Zwischenräume der Körper.

Porös (porosum, poreux) nennt man einen Körpe bey welchem man Theile des Raums, den der begrenzte Kö per einnimmt, gewahr wird, welche nicht aus Materie v eben der Art bestehen, oder welcher Zwischenräume besitz Die atomistische Physik, welche die Materie als absolut u durchdringlich behauptet, ist genöthiget, in jedem Körp eine zerstreuete Leere anzunehmen, indem vermöge der Erfa rung kein völlig undurchdringlicher Körper gefunden wir Daher auch die atomistische Physik annehmen muß, daß a

Körp

a) Anmerkungen von Glasschleifen. Wittenb. 1719. 8.
b) Elementa matheseos vniuersae. Tom. III. Halae 1750. 4. E menta dioptric. §. 277.

Körper in diesem Sinne porös sind, oder leere Zwischenräume besitzen. Die andern größern Zwischenräume, welche man bey vielen Körpern, besonders bey den organischen, wahrnimmt, sind wegen der Fortdauer des Lebens nöthig, weil in selbigen die Natur Verrichtungen vornimmt, welche zur fernern Erhaltung solcher Körper erforderlich sind. Daß solche Zwischenräume, welche selbst sehr klein, und durch bloße Vergrößerungsgläser zu erkennen sind, mit anderer Materie angefüllet seyn können, behauptet auch der Atomistiker, und unterscheidet daher einen solchen porösen Körper von allen übrigen Körpern, welche nur in sofern porös sind, in sofern sie leere Zwischenräume haben. Aus diesem Grunde nimmt der Atomistiker an, daß alle diejenigen Körper, bey welchen man auch bey der größten Vergrößerung, wie z. B. bey den flüssigen Körpern, keine Zwischenräume wahrnimmt, in dem gewöhnlichen Sinne nicht als porös zu betrachten sind.

Daß alle Körper leere Zwischenräume besitzen, gründet der atomistische Physiker auf den postulirten Satz: alle Materie sey absolut undurchdringlich. Wenn also gleich alle mögliche Körper im Zustande der Flüssigkeit in allen Punkten des Raumes mit Materie angefüllt zu seyn scheinen, so kann man doch daraus nicht schließen, daß sie gar keine leeren Zwischenräume besäßen, oder in diesem Sinne porös wären. Vielmehr behaupten die Atomistiker, daß dergleichen Körper eine sehr gleichförmige Dichte hätten, oder daß die Theile ihrer Materie ziemlich gleich weit von einander entfernet wären.

Nach dem dynamischen Systeme erfüllt die Materie stets ihren Raum als Continuum; daher hat man auch hiernach Grund genug anzunehmen, daß alle Zwischenräume, die man bey allen festen Körpern wahrnimmt, mit Materie angefüllt sind, daß es mithin keinen Körper gibt, welcher leere Zwischenräume hätte, oder in diesem Sinne porös wäre. Gleichwohl gibt es auch nach diesem Systeme Grade von Dichtigkeiten, welche auf die verschiedene Erfüllung des

Raums durch ursprüngliche Kräfte beruhen; m. s. **Dichtigkeit**.

Alles übrige, was mit diesem Artikel in Verbindung stehet, s. den Artikel, **Zwischenräume der Körper**.

Porosität (porositas, porosité) wird die Eigenschaft der Körper genannt, porös zu seyn, oder Zwischenräume zu besitzen. Nach dem atomistischen Systeme ist jeder Körper porös, mithin ist hiernach die Porosität eine allgemeine Eigenschaft aller uns bekannten Körper, unter welchen sich kein einziger vollkommen dichter Körper findet. Nennt man hingegen nur diejenigen Körper porös, welche sichtbare Zwischenräume haben, so kömmt die Porosität nur gewissen im Zustande der Festigkeit befindlichen Körpern zu, welche durchs Flüssigwerden aufgehoben wird.

Auch versteht man unter dem Ausdruck **Porosität** die Menge aller leeren Zwischenräume, welche in dem Volumen eines Körpers enthalten sind. In diesem Verstande ist der Begriff Porosität nur relativ, weil es nicht möglich ist, die absolute Menge der leeren Zwischenräume in einem Körper anzugeben. Aber auch in diesem Sinne ist es unmöglich, bestimmte mathematische Verhältnisse der Porositäten verschiedener Körper aufzustellen. Wie viel Materie eine gewisse Masse in Vergleichung mit einer andern halte, kann durchs Gewicht bestimmt werden; allein daraus folgt noch keine Bestimmtheit der Porosität in Vergleichung mit einander. So weiß man, daß ein Cubikzoll Platinum etwa ein und zwanzig Mahl mehr Materie, als ein Cubikzoll Wasser halte; aber daraus läßt sich nicht die Folge ziehen, daß die Porosität des Wassers ein und zwanzig Mahl größer, als die des Platinum sey.

Setzt man nach der atomistischen Vorstellung voraus, es gebe einen vollkommen dichten Körper, dessen Masse in dem Raume eines Cubikzolles das Gewicht P hätte, so würde ein anderer Körper von eben dem Umfange, welcher p wöge, so vielen leeren Raum haben, als die vollkommen dichte Masse vom Gewichte P — p Raum einnimmt. Ein dritter Körper, welcher

welcher im Raume eines Cubikzolles das Gewicht π hätte, würde so vielen leeren Raum besitzen, als die vollkommen dichte Masse vom Gewicht $P - \pi$ einnimmt u. s. f. Setzt man nun für p und π die Gewichte von Platinum und Wasser, oder 21 und 1, das Gewicht eines Cubikzolles Wassers für die Einheit angenommen, so würden sich die Porositäten dieser Materien, wie $P - 21 : P - 1$ verhalten. Dieß wäre das richtige Verhältniß der Porosität, wenn man darunter die Menge der leeren Zwischenräume verstehet. Weil aber vermöge der Erfahrung die Voraussetzung nicht Statt findet, so läßt sich auch kein Verhältniß der Porosität bestimmen.

Positive Elektricität, s. **Elektricität**.

Potenzen, mechanische, einfache Maschinen, einfache Rüstzeuge (potentiae mechanicae, machinae simplices, puissances mechaniques ou machines simples). Diesen Nahmen führen fünf schon von **Pappus** *) erwähnte Maschinen, welche in einer zweckmäßigen Verbindung mit einander die zusammengesetzten Maschinen geben. Diese einfachen Maschinen sind der Hebel, das Rad an der Welle, die Rolle, der Keil und die Schraube. Einige Schriftsteller haben hierzu noch die sechste mechanische Potenz, die **schiefe Ebene**, gesetzet, weil es gewöhnlich geworden ist, aus der Lehre der schiefen Ebene die erheblichsten Gesetze des Keils und der Schraube abzuleiten.

Zu den fünf Potenzen des **Pappus** hat **Varignon** seine **Seil-** oder **Funicular-Maschine** beygefüget, welche aus zweyen Seilen besteht, woran Kräfte nach schiefen Richtungen eine Last, welche nach einer dritten Richtung widerstehet, halten oder heben. **Varignon** hält diese Maschine für die einfachste unter allen, weil es dabey auf das Gesetz des Gleichgewichtes dreyer Kräfte ankommt, und dieß Gesetz beym **Varignon** als der erste Grundsatz der Statik vorkommt, wiewohl es sich richtiger aus der Theorie des Hebels ableiten läßt. M. s. **Hebel**.

*) Collectan. mathemat. L. VIII.

Ob es gleich dem Mathematiker vorbehalten ist, die Lehre der mechanischen Potenzen vollständig zu erklären, so muß doch auch der Physiker davon wenigstens so viel beybringen, als zur Erklärung mancher Naturbegebenheiten zureichend ist. Daher muß er wenigstens die Theorie des Gleichgewichtes an ihnen lehren, und selbst diese durch kleine Modelle zu versinnlichen suchen. Solche Modelle haben **Leupold, s'Gravesande, Musschenbroek, Nollet** und andere beschrieben.

Pottasche, s. **Laugensalze**.

Präcipitat, rother, s. **Quecksilber**.

Präcipitation, s. **Niederschlag**.

Presbyt, s. **Auge**.

Preußische Säure, s. **Berlinerblausäure**.

Prisma, gläsernes (prisma vitreum, prisme de verre, verre prismatique). Oft hat man bey den Versuchen über das Licht und die Farben einen dreyseitigen prismatischen Körper von einer durchsichtigen Materie, welche gewöhnlich Glas ist, nöthig. Hierzu wählt man meistens ein senkrechtes dreyseitiges Prisma, dessen Seitenflächen so vollkommen eben, als es möglich ist, geschliffen und polirt sind. Kann man ein solches gutes völlig durchsichtiges gläsernes Prisma erhalten, so muß man es nicht auf den Tisch legen, um seine Seitenflächen zu schonen, sondern in ein Gestell freyschwebend bringen, so wie es die fig. 7. vorstellet. Zu dem Ende werden an die dreyeckten Grundflächen des gläsernen Prisma a messingene Hauben, und an diese nach der Richtung der Axe des Prisma Zapfen b b befestiget, welche, wie die Figur deutlich zeiget, in den aufrecht stehenden Stützen liegen, so daß das Prisma um die Zapfen gedrehet werden kann. Das hölzerne Gestelle hat einen mit dem Charniere c versehenen Stiel, welcher in einem hohlen Fußgestelle höher und niedriger gebracht, und durch die Stellschraube d befestiget werden kann. Durch dieses Charnier c ist man im Stande, das dreyseitige Prisma in eine jede beliebige gegen den Horizont geneigte Lage zu bringen.

Sonst

Sonst gebrauchet man auch gläserne Prismen ohne Gestelle; da alsdann in einem solchen Falle die messingenen Hauben nebst den Zapfen wegbleiben, sondern vielmehr das Prisma an der einen Grundfläche mit einem gläsernen Knopfe versehen ist, um es an selbigem zu halten, und auf diese Weise nach allen möglichen Seiten durch dieses hinzusehen.

Außer den dreyseitigen gläsernen Prismen, welche alle Mahl den Vorzug vor andern verdienen, gebrauchet man auch wohl zu den anzustellenden Versuchen Prismen von Wasser oder andern durchsichtigen flüssigen Materien. Um dergleichen zu erhalten, werden zwey ebene Glasplatten unter einem schiefen Winkel zusammengebracht, und diejenigen Winkel, welche sie an beyden Seiten offen lassen, mit messingenen dreyeckigten Platten statt der Grundflächen verschlossen. Wird hiernächst die Schneide, welche die beyden Glasplatten durchs Anschließen an einander verursachen, nach unten gekehret, so läßt sich alsdann das oben offene Gefäß mit der durchsichtigen flüssigen Materie anfüllen. Die Einrichtung eines solchen etwas großen Prisma hat der Herr **von Göthe** [a]) umständlich beschrieben. Es besteht dieses nämlich aus zwey starken geschliffenen reinen Glastafeln, die unter verschiedenen Neigungswinkeln an einander gebracht werden können. Der daher entstandene Zwischenraum wird mit reinem Wasser ausgefüllt. Die vortheilhafteste Länge dieser Tafeln ist 1 rheinländ. Fuß, und ihre Höhe 8 Zoll. Diese Einrichtung hat besonders den Vortheil, daß man dadurch bequem nach größern und kleinern Tafeln sehen, und die Erscheinungen der farbigen Säume, als zu welchem Gebrauche der Herr **von Göthe** dieses Prisma vorzüglich benutzet hat, ohne große Anstrengung der Augen betrachten kann.

Die Beobachtung, daß die Prismen und überhaupt alle eckigte Stücken Glas das durchgehende Licht färben, ist schon von den Alten gemacht worden. So führet Seneca [b]) an,

 daß

a) Beyträge zur Optik. Zweytes Stück. Weimar 1792. 8.
b) Quaestion. natural. L. I. cap. 7.

daß das Sonnenlicht, wenn es durch ein eckigtes Stück Glas falle, alle Farben des Regenbogens spiele. **Priestley** in seiner Geschichte der Optik S. 132. der deutschen Uebersetzung berühret aus **Kirchers** china illustrata eine Erzählung des **Pater Trigaut**, daß die färbende Eigenschaft den Prismen in den Morgenländern einen großen Werth gebe, indem ein einziges Stück mit 100 Goldstücken bezahlet sey, und als Kostbarkeit angesehen werde, welche nur den Großen zukäme.

Diese färbende Eigenschaft der Prismen ist von den Schriftstellern in der ersten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts häufig angeführet worden. Auch **Cartesius** *) benutzte diese Beobachtung zur Erläuterung der Regenbogenfarben. Er nahm ein dreyseitiges gläsernes Prisma (fig. 8.) m n p, dessen Seiten m n und n p vollkommen eben, und gegen einander unter einem Winkel von etwa 30 oder 40 Grad geneigt waren. Die Sonnenstrahlen a b c ließ er auf m n senkrecht auffallen, und bedeckte die Seite n p mit einem dunkeln Körper, in welchem er ein kleines Loch d l gelassen hatte. Die Strahlen, welche durch diese Oeffnung auf das weiße Papier f g h fielen, zeigten daselbst alle Regenbogenfarben, die rothe Farbe in f, die violette in h. Daraus folgert er, daß weder eine gewisse Figur des durchsichtigen Körpers, noch die Zurückwerfung der Strahlen, noch eine mehrmahlige Brechung zur Hervorbringung der Farben nöthig sey. Er erfordert bloß eine einfache Brechung, und einen Schatten, oder eine Einschränkung des Lichtes, weil ohne dem dunkeln Körper bey n p alle Farben verschwinden. **Cartesius** blieb bey diesem Versuche stehen, ohne ihn genauer zu untersuchen, er glaubte vielmehr den Beruf zu haben, aus dieser Erscheinung den Grund der Farben zu erklären; m. s. **Farben, Regenbogen**.

Es ist daher schon längst vor **Newton** das Prisma und das dadurch entstehende Farbenbild bekannt gewesen. **Trober, Zahn** u. a., welche von den Entdeckungen des **Newton**

*) Meteor. cap. 8.

Newton noch nichts anführen, lehren die Verfertigung des Prisma und die Versuche mit selbigem in eigenen Capiteln. Der erste, welcher die länglichte Gestalt des Farbenbildes aufmerksamer betrachtete, war der Italiäner **Grimaldi**. Dieser vermuthete nämlich, daß das Licht beym Durchgange durchs Glas verschiedentlich gebrochen werde, und dadurch das Farbenbild verursache; m. s. **Farbenbild, prismatisches**. Im Jahre 1666 endlich, da **Newton** die Erscheinungen der Farben näher zu untersuchen anfing, wurde das dreyseitige Prisma ein vorzüglicher Gegenstand der Aufmerksamkeit. Seine damit gemachten Entdeckungen sind bereits unter den Artikeln, **Brechbarkeit, Farben, Farbenbild** angeführet worden.

Nach **Newton's** Versuchen ist das weiße Licht aus einer unendlichen Menge vom farbichten Lichte von verschiedener Brechbarkeit zusammengesetzet. Sobald also dieses zusammengesetzte Licht durch eine brechende Materie durchgehet, so wird es in der Vorderfläche derselben in eine unendliche Menge farbiger Lichttheile verschiedentlich gebrochen, und dadurch gleichsam von einander gezogen. In dieser Richtung fällt es auf die Hinterfläche der brechenden Materie, und nun kömmt es darauf an, ob die Hinterfläche mit der Vorderfläche parallel ist, oder nicht. In dem ersten Falle werden alle Lichtstrahlen vermöge des Brechungsgesetzes beym Ausgange aus der brechenden Materie in die Lage gebrochen, welche mit den einfallenden Lichtstrahlen parallel ist. Da nun ein jeder Lichtstrahl nicht als mathematische Linie gelten kann, so müssen auch auf alle Stellen, wo Farbenstrahlen ausgehen, Licht von allen Farben fallen, welches nach dem Ausgange einerley Richtung bekommt; mithin vereinigen sich die Lichtstrahlen wieder mit einander, bilden weißes Licht, und es entstehen keine Farben. Wenn hingegen die Hinterfläche der brechenden Materie mit der Vorderfläche nicht parallel ist, so hat auch ein jeder Lichtstrahl nach dem Ausgange eine andere Richtung, als vor dem Eingange; folglich bleiben nun die nach der ersten Brechung

in der Vorderfläche der brechenden Materie bereits von einander getrennten Lichtstrahlen auch nach der zweyten Brechung abgesondert, und bilden da, wo sie auffallen, verschiedene Farben. Daher entstehet die farbezerstreuende Eigenschaft aller Körper, deren brechende Flächen nicht parallel sind, wie z. B. der Prismen, der Linsengläser an denjenigen Stellen, welche von der Mitte entfernet liegen.

Derjenige Winkel, welchen die beyden brechenden Flächen einer brechenden Materie mit einander machen, wird der **brechende Winkel** (angulus refringens) genannt. Bey den gewöhnlichen dreyseitigen Prismen sind die Grundflächen gleichseitige Dreyecke, folglich ist hierbey der brechende Winkel $= 60°$.

Es sey (fig. 9.) abc ein auf die Axe senkrechter Schnitt des Prisma. In diesem werde der Strahl fd nach de gebrochen, und fahre nach ek heraus. Das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas sey $\mu : 1$. Die Neigungslothe beyder brechenden Flächen seyn mn und mp, welche sich in dem Punkte m schneiden. Weil diese Neigungslothe auf den Linien ab und ac senkrecht sind, so machen sie mit einander eben denselben Winkel, als diese Linien selbst, oder es ist der Winkel $\delta = a$. Die Einfalls- und Brechungswinkel bezeichne man mit $\alpha, \beta, \gamma, \epsilon$. Ueberdem ist $\delta = \beta + \gamma = a$.

Für das Brechungsverhältniß $\mu : 1$ hat man vermöge des Brechungsgesetzes, (m. s. **Linsengläser**),

$$\text{I. } \sin.\beta = \frac{\sin.\alpha}{\mu}, \quad \text{II. } \sin.\epsilon = \mu.\sin.\gamma, \quad \text{III. } \gamma = a - \beta.$$

Aus diesen drey Formeln ist man im Stande, die drey Winkel β, γ und ϵ zu finden, wenn α, a und μ bekannt sind. Aus $\gamma = a - \beta$ ergibt sich $\sin.\gamma = \sin.\ a\ .\ \cos.\ \beta - \cos.\ a.\ \sin.\ \beta$, oder, weil $\cos.\beta = \sqrt{(1 - \sin.\ \beta^2)} = \sqrt{\left(1 - \frac{\sin.\ \alpha^2}{\mu^2}\right)} = \sqrt{\left(\frac{\mu^2 - \sin.\ \alpha^2}{\mu^2}\right)} = \frac{1}{\mu}\sqrt{(\mu^2 -}$

sin.

$\sin. \alpha^2$), der Werth von $\sin. \gamma = \sin. a . \frac{1}{\mu} \surd(\mu^2 - \sin. \alpha^2) - \cos. a . \frac{\sin. \alpha}{\mu}$; folglich

$$\text{IV. } \sin. \epsilon = \mu \left(\frac{1}{\mu} \sin. a \surd(\mu^2 - \sin. \alpha^2) - \frac{1}{\mu} . \cos. a . \sin. \alpha . \right) = \sin. a \surd(\mu^2 - \sin. \alpha^2) - \cos. a . \sin. \alpha.$$

Auf eben diese Art würde die Rechnung anzustellen seyn, wenn ke der einfallende und df der ausgehende Strahl wäre; demnach ist auch

$$\text{V. } \sin. \alpha = \sin. a \surd(\mu^2 - \sin. \epsilon^2) - \cos. a . \sin. \epsilon.$$

Aus diesen Formeln ist sehr leicht zu erkennen, daß der Winkel ϵ zunimmt, wenn der Winkel α kleiner wird, indem beyde der Sinus α, und sein Quadrat abgezogen werden müssen, um den Sinus von ϵ zu finden. Weil jedoch $\sin. \epsilon$ nie größer als 1 werden darf, indem sonst der im Prisma gebrochene Strahl de von ac zurückgeworfen, und nicht nach ek gebrochen würde, so kann auch α nicht kleiner werden, als nöthig ist, um $\sin. \epsilon = 1$ zu geben. Für diesen Werth von α findet man nach der Formel V.

$$\sin. \alpha = \sin. a \surd(\mu^2 - 1) - \cos. a.$$

Von diesem Werthe des α an kann es zunehmen bis auf 90°, oder bis der Lichtstrahl fd in der Richtung ba selbst ei fällt. In diesem letztern Falle erhält man für den Werth von ϵ in IV. eben das, was vorhin α gab. Allein es kann hier keine Brechung mehr Statt finden, weil die Lichtstrahlen vor dem Prisma vorbeygehen. Zwischen diesen Grenzen aber ergibt sich für einen jeden Werth von α ein Bild nach k zu.

Gesetzt also, fd sey ein Sonnenstrahl im dunkeln Zimmer, an welchem das Prisma so gebracht wird, daß der Winkel α so klein ist, als es verstattet wird, um an der Fläche kr ein Bild zu machen. In diesem Falle wird $\epsilon =$ 90°, folglich zeigt sich an der Wand kr das Bild wiewohl

 sehr

sehr schwach in der Richtung a c. Nun drehe man das Prisma um die Axe von a nach c zu, so daß der Winkel α größer wird, so wird der Winkel ε kleiner, und das Bild an der Wand beweget sich abwärts. Beym Fortdrehen des Prisma kömmt die Seite b a des Prisma in die Lage des einfallenden Strahls f d, und das Bild an der Wand verschwindet wieder.

Der einfallende Strahl f d und der ausgehende e k schneiden einander gehörig verlängert in dem Punkte i, und der Winkel $dih = ide + dei = \alpha - \beta + \varepsilon - \gamma = \alpha + \varepsilon - (\beta + \gamma) = \alpha + \varepsilon - a$. Da nun der Winkel α beym Erscheinen des Bildes an der Wand k r eben so groß ist, als ε beym Verschwinden, und der Winkel ε beym Erscheinen so groß, als der Winkel α beym Verschwinden, so ist der Winkel i in beyden Fällen von gleicher Größe. Der einfallende Strahl f d bleibt aber beständig der nämliche, mithin muß auch der ausgehende Strahl e k beym Verschwinden des Bildes eben die Richtung haben, als beym Erscheinen desselben, oder das Bild an der Wand k r verschwindet an eben der Stelle, wo es sich zu zeigen anfing. Nun erhellet aus dem vorhergehenden, daß das Bild nach dem Erscheinen beym Umdrehen des Prisma sich abwärts beweget, folglich muß eine Grenze Statt finden, wo das Bild an der Wand seine niedrigste Stelle hat, und von welcher es wieder aufwärts sich beweget, um beym Verschwinden an die vorige Stelle zu kommen, wo es zu zeigen sich anfing. An dieser niedrigsten Stelle wird das Bild am lebhaftesten sich zeigen, und durchs Umdrehen des Prisma am wenigsten fortrücken, weil es hier in der Rückkehr begriffen ist. Diese Erscheinung muß während der ganzen Umdrehung des Prisma dreymahl erfolgen, indem das Prisma drey Seiten hat. Um diese niedrigste Stelle des Bildes an der Wand k r zu erhalten, muß die Formel IV. differenziiret werden, welches aber hier zu zeigen zu weitläufig wäre. Die Rechnung ergibt, daß dieß Statt findet, wenn $\alpha = \varepsilon$, mithin

$da = d\varepsilon$ ist. **Setzt** man daher in I. und II. $\alpha = \varepsilon$, so wird $\sin.\beta = \frac{\sin.\varepsilon}{\mu}$, oder $\sin.\beta.\mu = \sin.\varepsilon = \mu.\sin.\gamma$, mithin $\gamma = \beta$, **und in III.** $\gamma = \alpha = \frac{1}{2}a$. Für diese Stelle sind also die **Sinus von** α und ε beyde $= \mu.\sin.\frac{1}{2}a$.

Exemp. **Es** sey $\mu = \frac{3}{2}$ und $a = 60°$, so hat man $\sin.a = \frac{1}{2}\sqrt{3}$; $\cos.a = \frac{1}{2}$. Diese Werthe in V. gesetzt, geben die Stelle, **wo das Bild** zuerst erscheinet, mithin

$\sin.\alpha = \frac{1}{2}\sqrt{3}.\sqrt{(\frac{9}{4}-1)} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{3}.\sqrt{\frac{5}{4}} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{15} - \frac{1}{2} = 0,4682456$, wofür man in den Tafeln für $\alpha = 27°\,55'$ findet. **Für diesen** Fall ist $\varepsilon = 90°$, und das Bild an der Wand kr kaum zu erkennen. Wird aber das Prisma um seine Axe nach der Richtung bac gedrehet, so wird der Winkel α größer und der Winkel ε kleiner, und das Bild bewegt sich an der Wand niederwärts, wobey es zugleich lebhafter wird. Endlich kommt man an die Stelle, wo

$\sin.\alpha = \mu.\sin.\frac{1}{2}a = \frac{3}{2}.\frac{1}{2} = 0,7500000$ wird, wofür man aus den Tafeln $\alpha = 48°\,35'\,25''$ erhält. Auch hier ist $\varepsilon = 48°\,35'\,25''$. Das Bild liegt alsdann am niedrigsten, und ist zugleich am lebhaftesten. Wird das Prisma weiter fortgedrehet, so kommt endlich die Seite ba in die Richtung des einfallenden Strahls fd, wobey der Winkel $\varepsilon = 27°\,55'$ wird, und das Bild an der Wand verschwindet wieder.

Newton wählte bey seinen Versuchen mit dem Farbenbilde diejenige Stellung des Prisma, wo das Bild den niedrigsten Stand hat. Er fand selbigen sehr leicht dadurch, daß er das Prisma um seine Axe langsam herumdrehte, und dabey auf die Bewegung des Bildes aufmerksam war. An dieser Stelle machen auch Strahlen, die gegen fd auf beyden Seiten um gleiche Winkel geneigt sind, beym Ausfahren noch ziemlich eben den Winkel, wie beym Auffallen. Dieß zeigt die Rechnung, wenn man im vorigen Beyspiele den Werth von α um $15'\,35''$ größer oder kleiner nimmt. Die dafür gefundenen Werthe von ε werden $48°\,19'\,54''$ und

48° 51′ 4″, und unterscheiden sich auch um 31′ 10″, wie die Werthe von α selbst. Es müssen daher diejenigen Strahlen, welche von entgegengesetzten Punkten des Sonnenrandes kommen, den Winkel 31′ 10″, so wie beym Einfallen, also auch beym Ausgehen mit einander machen, und es müßte das senkrecht aufgefangene Sonnenbild durchs Prisma kreisrund bleiben, wenn μ für alle Strahlen einerley bliebe. Wegen der länglichten Gestalt des Bildes schloß daher **Newton**, daß μ für die verschiedenen Farben des Lichtes verschieden sey; m. s. **Farbenbild**.

Wird durch a die horizontale haor gezogen, welche von dem einfallenden Strahl fd in o, und von dem ausgehenden ek in h geschnitten wird, so ist der Winkel o die Sonnenhöhe, und den Winkel h kann man erfahren, wenn man die Höhen e und k von der horizontalen haor nebst der Entfernung des Prisma von der Wand mißt. Der Winkel dih ist $= h + o$, mithin

$$h + o = \alpha + \varepsilon - a;$$

ist nun $\alpha = \varepsilon$, oder hat das Bild die niedrigste Stelle, so ergibt sich

$$h + o = 2\alpha - a, \text{ und}$$

$$\sin.\alpha = \sin.\tfrac{1}{2}(h + o + a) = \mu . \sin.\tfrac{1}{2}a, \text{ und}$$

$$\mu = \frac{\sin.\frac{1}{2}(h + o + a)}{\sin.\frac{1}{2}a},$$

welches eine schöne Methode ist, das Verhältniß der Brechung zu bestimmen.

In **Newtons** Prisma war der Winkel a = 62° 30′, und die beyden Winkel o und h für die Mitte des Farbenbildes fand er 44° 40′, also $\frac{1}{2}(h + o + a) = 5$[illegible]° 35. Die Länge des Farbenbildes war [illegible]$\frac{3}{4}$ Zolle, die Entfernung desselben vom Prisma $18\frac{1}{2}$ Fuß, folglich der Winkel der äußern Strahlen 2° 0′ 7″. Es wird also der Winkel h für die rothen Strahlen um 1° 0′ 3″ kleiner, für die violetten um eben so viel größer als für die mittlern; die Winkel o und a bleiben unverändert. Für das rothe Licht ist demnach $\frac{1}{2}$ (h

$(h + o + a) = 53° 5'$, und für das violette $= 54° 5'$. Daraus ergibt sich

μ für rothe Strahlen $= \sin. 53° 5' : \sin. 31° 15'$
μ für mittlere Strahlen $= \sin. 53° 35' : \sin. 31° 15'$
μ für violette Strahlen $= \sin. 54° 5' : \sin. 31° 15'$

Nach den Tafeln gibt dieß $\mu : 1 = \begin{cases} 7995 : 5188 = 77 : 50 \\ 8047 : 5188 = 77\frac{1}{2} : 50 \\ 8099 : 5188 = 78 : 50 \end{cases}$

Von den farbigen Säumen, womit die durchs Prisma beobachteten Körper umgeben zu seyn scheinen, ist im Artikel **Farben** geredet worden.

Noch eine andere merkwürdige Eigenschaft findet bey dem Prisma Statt, weil hier blaue Farbe durch bloße Zurückwerfung sichtbar wird. Das Prisma (fig. 10.) ac sey in freyer Luft, und der Beobachter betrachte in o die Wolken vermittelst des Lichtes, welches durch die Seite ec hereinfällt, und von der Fläche abcd zurückgeworfen wird. Hat nun das Auge nebst dem Prisma eine solche Lage, daß der Einfalls- und Zurückstrahlungswinkel etwa 40° ist, so sieht das Auge einen blauen Bogen mn, welcher von dem einen Ende der Grundfläche nach dem andern hinläuft, und die hohle Seite gegen den Beobachter kehret. Dabey erscheinet die Grundfläche jenseits des Bogens heller, und dießseits dunkeler. Dieß rührt daher. Wenn der Winkel, welchen der einfallende Strahl mit der brechenden Fläche macht, zu klein wird, so findet gar keine Brechung mehr, sondern eine Zurückwerfung, Statt; m. s. **Brechung**. Zieht man nämlich von dem Auge o an die Durchschnittslinie fg die Linien ot und op unter den Winkeln opf = 50° und otf = 49°, so wird der Punkt p die Grenze seyn, jenseits welcher keiner von den am meisten brechbaren Strahlen durch die Fläche abcd kommen und gebrochen werden kann, weil der Einfallswinkel solcher Strahlen so beschaffen ist, daß sie nach dem Auge hin zurückgeworfen werden können. Eben so wird der Punkt t die Grenze für die am wenigsten brechbaren Strahlen, und der zwischen beyden in der Mitte liegende

gende Punkt für die mittleren Strahlen seyn. Dieserwegen werden alle Strahlen von der am wenigsten brechbaren Gattung, welche zwischen t und g auffallen, und von da nach dem Auge hinkommen können, nach demselben hin zurückgeworfen werden; aber auf der andern Seite von t werden viele durch die Fläche abcd durchgehen. Eben so werden die Strahlen von der brechbarsten Gattung, welche auf die Fläche abcd jenseits p so fallen, daß sie nach dem Auge hinkommen können, alle dahin zurückgeworfen werden; aber allenthalben zwischen p und f werden viele dieser Strahlen durch die Fläche abcd gehen und gebrochen werden. Daher muß die Fläche abcd zwischen t und g wegen der völligen Zurückwerfung der Strahlen weiß und helle aussehen, dagegen sie zwischen p und f wegen des Durchganges vieler Strahlen blaß und dunkel scheinen wird. Hingegen in den Stellen zwischen t und p, wo die Strahlen von der brechbarsten Gattung alle reflektiren, die von den andern Gattungen aber zum Theil alle durchgehen, werden die am meisten brechbaren wegen ihrer größern Menge die Fläche abcd mit der ihrer eigenen Farbe nämlich violet und blau färben.

M. s. Priestley Geschichte der Optik in Klügels Zusätzen. S. 192. und S. 204.

Prismatische Farben, Regenbogenfarben, Newtons einfache oder ursprüngliche Farben (colores prismatici, colores iridis, simplices, primitiui, couleurs prismatiques, couleurs de prisme, couleurs simples, originaires, primitives) sind die Farben der einfachen Lichtstrahlen, in welche das weiße oder zusammengesetzte Licht durch die Brechung abgesondert wird. Diese Farben erscheinen beym Durchgange des Lichtes durch brechende Materien, deren Flächen schiefe Winkel mit einander machen, wie z. B. durch Prismen, durch Regentropfen beym Regenbogen, durch die Ränder der Linsengläser u. s. f. Sie sind nach der Ordnung der geringsten Brechbarkeit an gerechnet roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violet, wiewohl die eine Farbe von der nächstfolgenden an der

Grenze nicht scharf abgeschnitten ist, sondern durch unmerkliche Abstuffungen von der einen zur andern übergehet, daher es auch eigentlich eine unendliche Menge von Farben gibt, wovon die eben genannten nur die kenntlichsten sind.

Wird ein jeder dieser Farbenstrahlen für sich zum zweyten Mahle gebrochen, so bleibt die Farbe völlig gleichartig, und der Strahl theilet sich nicht weiter, sondern behält die nämliche Brechbarkeit; daher hat **Newton** diesen Farben des Prisma den Nahmen der einfachen, ursprünglichen oder Grundfarben gegeben. Einige von diesen geben in der Zusammensetzung andere Farben, welche oft den Grundfarben ähnlich sind, aber durchs Prisma wieder in die einfachen Farben, aus welchen sie bestehen, gebrochen werden.

In einer uneigentlichen Bedeutung versteht man auch unter **einfachen** oder **ursprünglichen** Farben diejenigen Pigmente, welche in verschiedenen Verhältnissen mit einander vermischt, Pigmente von andern Farben hervorbringen; m. s. **Farbendreyeck**.

Prozeß, chemischer (processus chemicus, procés chemique) kann überhaupt als das Werden neuer Materien erkläret werden. Die Erfahrung lehret außer allem Zweifel, daß die meisten, und vielleicht alle, uns umgebende Körper aus Bestandtheilen zusammengesetzet sind, welche für sich von ganz anderer Natur und Beschaffenheit sind, als die in ihrer innigsten Verbindung daraus gewordenen Körper. Die Chemie zeiget Mittel, die Bestandtheile aus den Körpern und diese aus jenen zu gewinnen. Es ist aber noch weit entfernet, daß diese für das menschliche Leben so wichtige Kunst es dahin zu bringen vermag, als es die Natur in ihrem zwar oft langsamen, aber sichern Gange bewirken kann. Die Mittel, welcher sich die Chemie bey Zusammensetzungen und Zerlegungen der Körper bedient, sind die **Auflösung**, **Niederschlagung**, das **Schmelzen**, **Abdampfen**, **Destilliren** und **Sublimiren**, wovon jeder Artikel in diesem Wörterbuche besonders handelt. Das Werden neuer Materie, es sey durch Zusammensetzung oder Zerlegung, wird

durch

durch die stets lebende Natur unaufhörlich bewirket, un
nach den neuern Entdeckungen sind selbst die Vegetatione
und das Leben des thierischen Körpers als wahre chemisch
Prozesse zu betrachten; m. s. **Athmen, Pflanzen.**

Alles, was uns die Erfahrung bey einem wirklich erfo
genden chemischen Prozesse lehret, ist folgendes:

1. Zwischen homogenen Grundstoffen findet kein chem
scher Prozeß Statt, sondern nur zwischen heterogenen. S
wird Bley zu Bley geschmolzen beständig Bley bleiben; hi
gegen Auflösungen der Metalle durch Säuren geben Körpe
von eigener Natur u. s. f.

2. Kein chemischer Prozeß erfolget, ohne daß Qualitäte
entstehen oder vernichtet werden; mithin wird dieß nicht ch
mischer Prozeß genennt werden können, wo bloß der Zustan
eines Körpers verändert wird. So entstehen bey verschiede
nen Auflösungen Luftarten, Wasserstoff und Sauerstoff ve
binden sich mit einander zu Wasser u. s. f. Hingegen ist d
Dampfoperation kein chemischer Prozeß.

3. Zwischen festen Körpern ist keine chemische Verbindun
möglich, es wäre denn, daß wenigstens der eine vorher er
flüssig gemacht wäre. M. s. **Auflösung.**

4. Wenn zwischen zweyen Körpern ein chemischer Proze
entstehen soll, so muß die Kraft, mit welcher ihre Theile un
ter einander zusammenhängen, in beyden geringer seyn, al
die Kraft, mit welcher sie sich aufs innigste zu verbinde
streben.

Keine chemische Verbindung oder Trennung kann durc
mechanische Kräfte geschehen. Da aber gar kein chemische
Prozeß Statt haben kann, als durch Wechselwirkung de
Materien, die sich zu einem Körper von eigener Natur ve
binden, so folgt offenbar, daß keine andere als dynamisch
Kräfte dabey wirksam sind. Es kann daher kein chemische
Prozeß etwas anders seyn, als eine Wechselwirkung de
Grundkräfte der zu einem Körper sich verbindenden Materie
Sobald also der chemische Prozeß beginnet, so ist auch da
Gleichgewicht der Kräfte in den heterogenen Bestandtheile
gestör

gestöret worden, und die chemische Bewegung, welche mit Sollicitation geschiehet, dauert so lange, bis sich beyde Grundkräfte zur Ruhe gebracht haben. Das dadurch entstandene chemische Produkt wird alsdann seiner Qualität nach betrachtet das mittlere dynamische Verhältniß der Grundkräfte seyn, welche beym chemischen Prozeß in Thätigkeit sind gesetzet worden, mithin werden auch die qualitativen Eigenschaften dieses Produktes völlig verschieden von den der Bestandtheile seyn.

Nach der atomistischen Physik würde eigentlich gar kein chemischer Prozeß Statt finden können. Weil hiernach nämlich die eine Materie in die andere nur mechanisch wirken kann, wie z. B. bey einer Auflösung das Auflösungsmittel durch Eindringung in die Poren des aufzulösenden Körpers, so würde gar keine Wechselwirkung der Kräfte gedenkbar und mithin nur eine Veränderung des Zustandes des aufzulösenden Körpers seyn.

Pulsadern, Schlagadern (arteriae, artéres). Diesen Nahmen haben die cylindrischen Gefäße oder Röhren, welche das Blut im thierischen Körper aus dem Herzen durch alle Theile des Körpers führen, erhalten. Sie besitzen die besondere Eigenschaft, sich abwechselnd zu erweitern und zusammen zu ziehen, wodurch der Kreislauf des Blutes befördert wird. M. s. **Blut**.

Pulshammer s. **Wasserhammer**.

Pumpe (antlia, pompe) heißt überhaupt eine Maschine, durch welche eine flüssige Materie in einer Röhre vermittelst Auf- und Niederschiebens eines in selbiger fest anschließenden Körpers in die Höhe gebracht werden kann. Im gemeinen Leben werden solche Pumpen häufig zur Hebung des Wassers gebrauchet. Von der gemeinen Wasserpumpe ist bereits unter dem Artikel, **Druckpumpe** das nöthigste angeführet worden. In diesem Artikel wird es nur nöthig seyn, über die Pumpen überhaupt einige Bemerkungen beyzubringen.

Der Kolben einer Pumpe muß allenthalben an die innere Fläche des Stiefels recht genau anschließen, damit zwischen ihm und dem Stiefel weder Luft noch Wasser durchdringen könne; jedoch muß er sich auch an den Stiefel nicht zu stark anklemmen, damit die daher sonst entspringende starke Friktion vermieden werde. Die gewöhnliche Einrichtung der Kolben für ein Druckwerk ist folgende: ein eiserner Polzen ist oben mit einem Ringe versehen, um die Pumpenstange einhängen zu können, unten aber mit einer Schraube und dazu gehörigen Mutter; an diesem Polzen stecken zwey metallene Scheiben im Durchmesser fast eben so groß, als der Durchmesser der Stiefel-Mündung ist, zwischen welchen andere Scheiben von gutem Pfundleder, im Durchmesser etwas größer als die metallenen, gelegt, und mittelst der untern Schraube am Polzen stark zusammengepreßt werden. Diejenigen Kolben, welche bey den Saugwerken und solchen Druckwerken, dergleichen die hohen Sätze sind, gebrauchet werden sollen, müssen durchbohrt seyn, und heißen dieserwegen auch **hohle** Kolben. Die Oeffnung in diesen muß weit genug seyn, damit das Wasser, das während der Zeit, da die Kolben niedersteigen, durch dieselbe über die Kolben hinauf steigen soll, ohne allen Zwang durchdringen könne. Bey den gemeinen Saugpumpen werden dergleichen Kolben aus gutem büchenen oder Erlenholze verfertiget, und haben ungefähr die Gestalt eines umgekehrten abgekürzten Kegels, welcher zu oberst mit einem Stück Leder umgeben ist. Dieses Stück Leder wird mit einer oder zwey Reihen Nägeln so dicht auf das Holz genagelt, daß die Nägelköpfe einander fast berühren. In der Mitte desselben ist die Ventilöffnung befindlich, worauf die Klappe liegt. In dem Falle ein solcher Kolben den Druck einer beträchtlich hohen Wassersäule auszustehen hat, ist es rathsam, selbigen vom Metall zu verfertigen.

Die Klappen bestehen aus einem kreisförmigen Stück Leder (fig. 11.) **ab**, welches oben befestiget wird, und deßwegen einen Schweif **bc** erhält, welcher zugleich die Stelle

eines Gewindes vertritt. Auch kann dieser Schweif zwischen den Lappen der zusammengesetzten Röhren befestiget werden. Diese lederne Scheibe ab wird vermittelst der Schraube fi zwischen zweyen metallenen Platten de und gh eingeklemmt, wovon die obere de im Durchmesser etwas größer als die Oeffnung ist, welche durch die Klappe verschlossen werden soll, die untere gh aber etwas kleiner, damit sie in die Oeffnung einpasse. Auf solche Art wird sich die Klappe öffnen, wenn das Wasser von unten hinauf geht, und die Oeffnung durch den Druck des Wassers verschließen, wenn dieses hinab will.

Die gewöhnliche Einrichtung der Ventile ist folgende. In die zu verschließende Oeffnung wird eine Metallplatte befestiget, welche in der Mitte eine kreisrunde Oeffnung hat, über welche quer über nach dem Durchmesser ein Steg geht, der in der Mitte auch ein Loch besitzet. Diese Platte wird die **Muschel** genennt, welche in der fig. 12. im Durchschnitt mitten durch den Steg durch abcdef vorgestellet ist; cd ist der Durchschnitt des Stegs und kl das Loch in selbigem. Die innere Fläche der Muschel bkle ist conisch, und unten enger als oben, auf selbige liegt der Deckel gh, welcher ein hinreichendes Gewicht besitzen, ebenfalls conisch seyn, und in jene Oeffnung genau passen muß. Unten am Deckel befindet sich an seiner Mitte der Stift im, welcher durch die Oeffnung kl des Stegs gesteckt wird, und nur so dick seyn muß, daß er darin frey auf- und niederspielen kann. Der untere Kopf bey m aber hindert, daß der Stift, wenn alles in gehörigen Stand gesetzet ist, das Loch bey l nicht ganz verlassen kann. Wenn das Wasser von unten hinauf dringt, so hebt es den Deckel in die Höhe, und tritt solchergestalt aus der untern Röhre in die obere; wenn aber der Trieb des Wassers aufhöret, so sinkt der Deckel zurück, und verschließt dem Wasser den Rückgang. Nach der verschiedenen Gestalt des Ausschnittes bkle und des Deckels gh erhalten solche Einrichtungen den Nahmen der **Muschelventile**, **Kegelven-**

tile, **Kugelventile**, von welchen **Leupold** α) und **Belidor** β) verschiedene Arten beschrieben und abgebildet haben.

Die Theorie der Pumpen mit praktischer Anwendung hat besonders **Belidor** abgefaßt. Weitere theoretische Untersuchungen hiervon findet man beym **Bernoulli** und **Euler**. Aus den Schriften dieser Männer haben **Karsten** und **Kästner** γ) mit ihrer eigenen Gründlichkeit die Theorie von den Pumpen abgehandelt, und ersterer besonders mit gemeinnützigen Anwendungen.

M. s. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. V. Hydraul. Greifsw. 1770. 8. XVII. u. f. Abschnitt.

Pupille des Auges s. **Auge**.

Pyrometer (pyrometrum, pyrométre). Diesen Nahmen hat **Musschenbroek** einem von ihm erfundenen Werkzeuge gegeben, welches bestimmt war, die Ausdehnungen der Metalle bey bekannten Graden der Wärme zu vergleichen. Der Ausdruck Pyrometer war zu diesem Zwecke freylich nicht gut gewählet, weil er eigentlich das Maß des Feuers bedeutet. Ueberhaupt können aber auch solche Werkzeuge außer der Bestimmung der Ausdehnung fester Körper durch die Wärme zur Messung großer Grade der Hitze, welche selbst über den Siedpunkt des Quecksilbers gehen, gebrauchet werden, und heißen auch selbst in dieser Rücksicht **Pyrometer**. Im gegenwärtigen Artikel wird jedoch nur von denjenigen Pyrometern die Rede seyn, welche von ihrem Erfinder zum Maße der Ausdehnung fester Körper bestimmt sind, und von den übrigen Pyrometern in dem Artikel, **Thermometer**, gehandelt werden.

Das erste Pyrometer von **Musschenbroek** δ) zeigte durch eine merkliche Bewegung des Zeigers eine Ausdehnung von $\frac{1}{12500}$ rheinl. Zoll an. Nachher gab er diesem Instrumente

α) Theatrum machinar. hydraulic. Tom. I. §. 172 u. f. Tab. 38.
β) Architecture hydrauliq. Th. II. B. III. Cap. 3.
γ) Anfangsgründe der Hydrodynamik. Götting. 1797. 8. S. 616 u. f.
δ) Tentamina experim. in Academia del Cimento. Lugd. Batav. 1731. 4. P. II. p. 12.

mente eine verbesserte Einrichtung a), bey welcher die Ausdehnung einer Stange durch Räderwerk sichtbarer gemacht wird. An dem einen Ende wird nämlich die Stange fest eingespannt, damit das andere Ende in der Länge durch Ausdehnung sich bewege, und durch ein daran befestigtes Stängelchen den Zahn eines Trillings fortschiebe. An der Axe dieses Trillings befindet sich ein großes Rad mit vielen Zähnen, welche in einen andern Trilling eingreifen, dessen Axe wiederum ein größeres Rad mit Zähnen hat, die in einen dritten Trilling eingreifen u. s. f. Die Axe des letzten Trillings besitzet einen Zeiger, welcher sich auch durch die geringste Ausdehnung der Stange um einen sehr merklichen Raum fortbeweget, und auf einem Zifferblatte Theile anzeiget, deren Anzahl der Ausdehnung proportional ist. Wenn dieser Zeiger mit dem ersten Augenblicke der Ausdehnung der Stange fortgehen soll, so muß er so weit, als es angeht, zurückgedrehet werden, damit alle Zähne, welche fortgerückt werden sollen, einander völlig berühren. Uebrigens muß hierbey die Stange allein erwärmt werden können, indem sich sonst das übrige Gestelle ebenfalls ausdehnen, und in solchem Falle nur der Unterschied beyder Ausdehnungen gefunden würde. **Muschenbroek** stellte zuerst fünf Weingeistlampen unter die Stange, veränderte aber nachher die Einrichtung so, daß mit diesen Lampen Wasser in einem blechernen Gefäße erhitzt und die Stange hineingeleget wurde. In dieser Lage wird sie an die eine Seitenwand des Gefäßes angestemmt, das andere Ende derselben biegt sich auswärts über einen Einschnitt in der gegenüber stehenden Seitenwand hinaus, und wird an eine gezahnte Zange geschraubet, welche in den ersten Trilling des Räderwerks eingreift. In das erhitzte Wasser wird ein Quecksilberthermometer gebracht, um den Grad der Wärme zu bestimmen.

In England schlug **Ellicott** im Jahre 1736 b) ein Instrument vor, an welchem das eine Ende der Stange fest, das

a) Introd. ad philos. natural. Tom. II. §. 1527.
b) Philosoph. transact. nr. 443. p. 297.

andere Ende aber mit einem Faden oder mit einer Uhrkette verbunden ist, welcher unter einer Rolle hinweggeführet und in selbiger befestiget wird. Von dieser Rolle geht ein Hebel aus, dessen letztes Ende mit einem andern Faden oder einer Uhrkette verbunden ist, der um eine andere Rolle geleget und durch ein Gegengewicht so gespannt wird, daß es gerade den Hebel hält. Die letzte Rolle besitzet einen Zeiger, welcher auf eine Scheibe Grade anzeiget. Dehnt sich nun die Stange aus, so erhält dadurch die Rolle am ersten Ende des Hebels Freyheit, und das Gegengewicht zieht den Hebel so weit aufwärts, als die Rolle durch Verlängerung der Stange sich drehen kann, wodurch auch zugleich der Zeiger gedrehet wird. Eine Verlängerung des Stabes von $\frac{1}{7200}$ Zoll an **Ellicotts** Werkzeuge gab dem Zeiger eine Umdrehung von Einem Grad. Dieses Werkzeug ist mit zwey Hebeln und zwey Rollen mit Zeigern versehen, so daß zugleich zwey Stangen A und B eingeleget werden können. Man legt B auf A, erhitzt beyde, und gibt auf den Zeiger Acht, um wie viele Grade er dadurch fortgetrieben wird. Darauf läßt man alles erkalten, nimmt B hinweg, legt eine dritte gleich lange Stange C auf A, und erhitzt so lange, bis A wieder den vorigen Grad zeiget. Auf solche Art lassen sich die Grade der Ausdehnungen von B und C mit einander vergleichen.

Eine andere Einrichtung dieser Art gab **Bouguer** a) an, womit er eigentlich die Verschiedenheit der Ausdehnungen durch die Glühehitze in den verschiedenen Climaten und Höhen der amerikanischen Orte untersuchen wollte. Ob nun gleich der Erfolg davon nach seinem Wunsche nicht ausfiel, so hat er doch dadurch mit seinen Reisegefährten schöne Versuche über die Ausdehnungen bey der Siedhitze des Wassers und bey der Sonnenwärme angestellt. Sein Instrument hatte folgende wesentliche Einrichtung: zwey unter einem rechten Winkel mit einander verbundene stählerne Regeln von einem Fuß lang waren

a) Experiences faites à Quito, sur la dilatation et la contraction, qui souffrent les metaux par le chaud et le froid in den mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1745. p. 230.

waren durch eine dritte schief liegende verbunden; um die Spitze des rechten Winkels drehete sich ein Zeiger ebenfalls von 1 Fuß Länge, welcher auf einem Bogen, der an dem Ende der einen stählernen Regel befestiget war, Grade anzeigte. An dem Ende der andern stählernen Regel ging senkrecht ein Fuß heraus, auf welchem in der Mitte ein Stift war. Einen dergleichen Stift hatte auch der Zeiger von dem Umdrehungspunkte 4 Linien entfernet. Die Metallstangen, welche untersuchet werden sollten, wurden ebenfalls ein Fuß lang gemacht, und nahe bey den Enden mit Löchern versehen, mit welchen sie in die erwähnten Stifte eingeleget werden konnten. Wurde eine solche Stange länger als ein Fuß, so veränderte sich auch die Stellung des Zeigers. Nun betrug die Entfernung des Stiftes am Zeiger vom Ruhepunkte 4 Linien, und die Länge desselben = 1 Fuß = 144 Linien, also wurde die Verlängerung der Metallstange an dem Gradbogen 36 Mahl merklicher. Noch ein anderes Instrument mit krumm gebogenen Stangen zur Erhitzung mit Lampen gab **Bouguer** nach einer von ihm erdachten Theorie an, welches aber seiner Erwartung nicht entsprach.

Genauere Versuche dieser Art hat **Smeaton** *) angestellet, wozu er ein Pyrometer gebrauchte, das wie das Mußchenbroekische ein blechernes Gefäß besitzet, in welchem das Wasser durch untergesetzte Lampen erhitzt wird. Ein Thermometer zeigt den Grad der Hitze an. Die Verlängerung der ins Wasser gebrachten Stange treibt die Mitte eines einarmigen Hebels fort, welcher sich um eine am untern Theile befindliche Axe dreht, und durch eine Feder gegen die Stange gedruckt wird. Am obern Ende dieses Hebels ist ein Schenkel, welcher sich in einem Gewinde auf- und abwärts bewegen läßt. Das Fortrücken des Hebels wird vermittelst einer Mikrometerschraube auf diese Art gemessen: den beweglichen Schenkel nimmt man ganz locker an seinem Griff, und läßt ihn durch sein eigenes Gewicht herabsinken, bis er fast wag-

D 4 recht

*) Description of a new pyrometer; in d. Philos. transact. Vol. XLVIII. 1754. No. 79.

recht steht, hält ihn so schwebend, und schraubt dann die Mikrometerschraube so weit ihm entgegen, bis ihr Ende das Ende des Schenkels berühret, welches man leicht durchs Anstoßen, durchs Gefühl und Gesicht wahrnehmen kann. Die Stellung der Schraube zeigt alsdann die Größe der Verlängerung, wenn nämlich vorher der Werth der Schraubengänge ist bestimmt worden, wozu hier kein anderes Mittel als die Erfahrung ist. **Smeaton** fand an seinem Pyrometer den Werth von einem Hunderttheile der Umdrehung = $\frac{1}{57868}$ Zoll, und weil die Genauigkeit der Berührung bis auf $\frac{1}{4}$ eines solchen Theils fühlbar war, so glaubte er, daß seine Abmessungen bis auf $\frac{1}{23145}$ Zoll sicher wären. Zuletzt führet er an, daß schon **Graham** Mikrometerschrauben zu ähnlichen Absichten gebrauchet, und die Genauigkeit sehr weit gebracht habe; seine Methode sey aber ganz neu, und zuverlässiger, als irgend eine ihm bekannte, besonders, wenn man das Anstoßen der Schraube an den Schenkel durchs Gehör bemerke, und zur Bestimmung annehme.

Noch ein anderes Pyrometer wird von **Nollet** beschrieben *), bey welchem die Metallstange durch unmittelbar untergestellte Lampen erhitzt wird, und mittelst einer in einem Glasgehäuse eingeschlossenen Verbindung von Hebeln einen bezahnten Sektor beweget, welcher in ein Getriebe eingreift, an dessen Axe ein Zeiger befindlich ist. Es würde unnöthig seyn, dieses weitläuftig zu beschreiben, weil man leicht einsieht, daß Abänderungen dieser Art keine großen Schwierigkeiten machen.

Was man sich nun von diesen Werkzeugen zu versprechen habe, werden die verschiedenen und mancherley Versuche beweisen, welche damit sind angestellet worden. Die erste Veranlassung zu solchen Versuchen gab die Beobachtung des Herrn **Richer**, welche er zu Cayenne an seiner Pendeluhr wahrnahm. Die Anhänger des **Cartesius** wollten nämlich noch nicht zugeben, daß unterm Aequator die Schwere geringer sey, als gegen die Pole zu, und glaubten daher, daß der

*) Leçons de physique experiment. Tom. IV. p. 353.

der Grund von der zu machenden Verkürzung der Pendelstange zu Cayenne in der Wärme zu suchen sey. Daher wurde es nothwendig, Versuche über die Ausdehnung der Metalle durch die Wärme anzustellen. **Picard** fand, daß eine eiserne Stange, welche in der Winterkälte 1 Fuß lang war, am Feuer um $\frac{1}{4}$ Linie, also um $\frac{1}{576}$ ihrer Länge verlängert wurde. Nach **de la Hire** Beobachtung hatte eine eiserne Toise, welche im Winter das richtige Maß hatte, im Sommer an der Sonne um $\frac{1}{1296}$ ihrer Länge zugenommen. Aus diesen Beobachtungen machte **Newton** den Schluß, daß die Ausdehnung der Wärme viel zu gering sey, um eine so beträchtliche Verkürzung der Pendelstange zu Cayenne vornehmen zu müssen; diese Beobachtung beweise vielmehr die verminderte Schwere und die abgeplattete Gestalt der Erde. Anfangs wollte man in Frankreich **Newton's** Schluß nicht gelten lassen; man behauptete vielmehr gegen **Newton** oft mit Heftigkeit der Cartesianer Meinung. So blieb diese Sache eine lange Zeit liegen, bis erst nach 1730 **Newton's** Meinung in Frankreich Anhänger fand; man fühlte die Wichtigkeit, die Längen der Pendeln und Meßstangen einer genauern Prüfung zu unterwerfen. Damahls gab **Musschenbroek** sein erstes Pyrometer an, welches die Ausdehnungen sehr groß und sichtbar macht. Die Mitglieder der Pariser Akademie stellten über diesen Gegenstand bey der Gradmessung in Peru Untersuchungen an, welcher durch **Grahams** Erfindung, die Pendelstangen aus Metallen von verschiedener Art zusammen zu setzen, und dadurch den Einfluß der Wärme durch Compensationen aufzuheben, noch wichtiger gemacht wurde; m. s. **Pendel**. Man bediente sich der Mikrometerschraube, um geringere Ausdehnungen genau zu bestimmen, und **Smeaton** machte mit Hülfe dieses Mittels sehr genaue Versuche bekannt. Noch neuere Versuche hat der **P. von Herbert** *) mit einem Musschenbroek'schen Pyrometer angestellet.

*) Diss. de igne. Vienn. 1773. 8.

Die Resultate der verschiedenen Versuche gibt folgende Tafel an. Die Länge der Stangen ist beym Eispunkte = 100000 gesetzet. Die Zahlen geben an, um wie viele Hunderttausendtheile dieser Länge sie sich ausdehnen, wenn sie bis zum Siedpunkte des Wassers erhitzt sind.

	Musschenbroek	Ellicott	Bouguer	Dom Juan	Condamine	Smeaton	Herbert
Glas	—	—	78	60	—	83	86
Gold	—	73	94	—	—	—	—
Bley	142	155	109	—	—	286	262
Zinn	141	—	—	—	—	248	212
Silber	—	103	73	—	—	—	189
Messing	101	95	—	204	—	193	172
Kupfer	80	89	—	167	174	170	156
Stahl	77	56	—	127	—	122	—
Eisen	73	60	55	92	106	125	107

Diese Tabelle zeiget, wie wenig die Resultate der Versuche mit einander übereinstimmen. Die absoluten Größen der Ausdehnungen sind von Dom Juan, Condamine, Smeaton und Herbert weit größer, und beynahe doppelt so groß angegeben, als von Musschenbroek, Ellicott und Bouguer. Wahrscheinlich rühren diese Unterschiede von der verschiedenen Einrichtung der Instrumente her. **Lowitz** in Nürnberg legte im Jahre 1753 eine 20 Fuß lange eiserne Stange nebst einem Thermometer an die Sonne, und fand sie um $\frac{1}{3500}$ verlängert, indem das Thermometer von 11 bis 114 Grad nach Fahrenheit gestiegen war. Aus dieser Beobachtung zeiget **Lambert** durch Berechnung, daß sich diese Stange vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte höchstens um $\frac{1}{1250}$, oder um 0,00080 würde ausgedehnet haben, welches der Musschenbroek'schen Bestimmung am nächsten kömmt.

Bey solchen Körpern, auf welche die Wärme nicht nur einen unmittelbaren, sondern auch einen mittelbaren Einfluß durch die in ihnen enthaltenen Feuchtigkeiten hat, ist der Erfolg ganz anders. Die Feuchtigkeiten nämlich, welche sie enthalten, gehen durch Einwirkung der Wärme in Dampfgestalt fort, daher wird ihre Ausdehnung an der Hitze geringer,

ger, und nur bey der Kälte größer. Es müssen daher die hygrometrischen Wirkungen von den pyrometrischen oder thermometrischen genau unterschieden werden. Und auf solche Art müssen diejenigen Schriftsteller verstanden werden, welche anführen, daß die Wärme gewisse Körper nicht ausdehne, wie z. B. Holz, Leder, Knochen u. s.

Ein Gedanke von **Ramsden** veranlaßte den Herrn de Lüc *), ein Mikroskop zur Ausmessung der relativen Ausdehnungen durch Wärme zu gebrauchen. Es wurden nämlich von denjenigen Materien, deren Ausdehnungen verglichen werden sollten, die untern Enden an einander befestiget, und mit Abtheilungen versehen. Nach Erwärmung derselben im Wasser von bekannter Temperatur zeigte das Mikroskop, welche Theilungsstriche mit einander zusammentrafen, woraus sich das Verhältniß ihrer Ausdehnungen schließen läßt. Er führet an, daß er bey einer Veränderung der Wärme von 10 bis 40 Grad nach seiner Eintheilung am Thermometer die Ausdehnung des Messings und Eisens im Durchschnitt wie 21 zu 10 gefunden habe, welches mit der Bestimmung von Dom Juan am meisten übereinkomme. Auch zeigt er ein Mittel, durch ein am Mikroskop angebrachtes Mikrometer die absoluten Größen der Ausdehnungen zu finden. Durch einen Versuch hiermit fand er die Ausdehnung einer Glasröhre vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte 0,00083 ihrer Länge, völlig eben so, wie **Smeaton** angegeben hat. Das Glas dehnet sich bey gleicher Temperatur ganz genau zu einerley Länge aus, nur ist der Gang seiner Ausdehnung nicht gleichförmig. Wenn es sich von 70 Grad des de Lüc'schen Thermometers bis 0 immer von 10 zu 10 Grad abkühlet, so verhalten sich die successiven Verkürzungen wie 31, 29, 26, 24, 22, 19.

Sehr wahrscheinlich ist der Erfolg beym Gange der Ausdehnungen der Metalle auf ähnliche Art beschaffen, so daß man

*) An Essay on pyrometry and aerometry and on physical measures in general; in den Philos. transact. Vol. LXVIII. 1778. P. I. n. 20.

man von der Verlängerung im Kleinen nicht richtig auf die im Großen schließen kann. Bey vielen von denjenigen Versuchen, auf welche sich die Rechnung der obigen Tabelle gründet, ist die Ausdehnung nur für 10 Grad nach Reaum. gemessen, und die Größen vom Gefrier- bis zum Siedpunkte daraus berechnet worden. Zum Theil ist auch hieraus die Verschiedenheit der obigen Angaben herzuleiten. Auch hat man vorausgesetzet, daß die Stangen an der Sonne eben die Wärme erhalten hätten, als das Thermometer zeigte, da doch ein großer Unterschied in Ansehung der Größe, Materie und Farbe der Stangen Statt findet. Aus allen diesen erhellet nun, daß überhaupt die Pyrometer noch sehr unvollkommene Werkzeuge sind.

M. s. **Lamberts** Pyrometrie. Berlin 1779. gr. 4. S. 119 f.

Pyrometrie (pyrometria, pyrometrie). Unter diesem Nahmen kann man eine Wissenschaft begreifen, welche Unterricht gibt von allem, was bey der Wärme und dem Feuer meßbar ist. **Lambert** *) hat diesen Lehren zuerst die Form der Wissenschaft gegeben, welche er in Pyrostatik, Pyraulik und Pyrodynamik eintheilet. Zur ersten rechnet er die Lehre vom Gleichgewichte, zur zweyten die von der Bewegung und dem Durchflusse, und zur dritten die von den Kräften der Wärme und des Feuers, in sofern Veränderungen in den Körpern hervorgebracht werden. Die Pyrometrie unterscheidet er von der Thermometrie so, daß letztere nur solche Grade der Wärme anzeigen soll, welche unserm Gefühle erträglich sind.

Um die Wirkungen des Feuers und der Wärme kennen zu lernen, handelt **Lambert** zuerst von der Ausdehnung durch dieselben, und von verschiedenen Arten der Thermometer, und zeigt hiernächst die Gesetze der Mittheilung der Wärme. Darauf macht er Untersuchungen über die Bewegungen der Wärme, ihre Ausbreitung, Zurückprallung, Geschwin-

*) Pyrometrie oder vom Maße des Feuers und der Wärme. Berlin, 1779. 4.

schwindigkeit, ihren Fortgang mit den Körpern und ihr Aufsteigen insbesondere. Alsdann betrachtet er die Lehren über die Kraft der Wärme in Vergleichung mit dem Zusammenhange der Körper, über die Schmelzbarkeit, die Wärme und Kälte bey Mischungen, die Elasticität der Wärme u. s. f. und bringt einige Gedanken bey von der Ausmessung der Stärke und Menge der Feuertheilchen. Zuletzt handelt er noch in zwey Abschnitten von der Empfindung der Wärme und ihrer Schätzung nach derselben, und insbesondere von der Sonnenwärme.

Die Photometrie des Herrn **Lambert** sollte nach seinem eigenen Geständnisse eine Vorbereitung zu dieser seiner Pyrometrie seyn, wie denn auch vieles in beyden auf ähnlichen Gründen beruhet. Was bey der Ausmessung der Stärke des Lichtes, Lichtmenge, Erleuchtung und Klarheit der erleuchteten Fläche ist, das ist bey Messung der Wärme, Menge des auffallenden Feuers, Erwärmung und mitgetheilte Wärme. Weil jedoch die Wärme in die Materie der Körper eindringt, das Licht hingegen nur auf Flächen fällt, so beruhen doch die Lehren dieser Wissenschaften nicht völlig auf einerley Gründen. Bey der Erwärmung z. B. ist die Zeitdauer mit in Betrachtung zu ziehen, welche bey der Erleuchtung wegfällt. Ein erwärmter Körper theilt immerfort den Körpern, welche er berühret, von seiner Erwärmung mit. Die Gesetze, nach welchen dieses erfolget, hatte schon **Newton** *) entdecket, und **Lambert** fand sie mit der Erfahrung so übereinstimmend, daß er die ganze Theorie der Erwärmung und Erkältung darauf gründet. Weniger befriedigend sind die mathematischen Untersuchungen über die Kraft der Wärme bey der Schmelzbarkeit, Erhitzung der Mischungen u. s. f. indem es hierbey mehr auf chemische Verbindungen der Wärme mit den Körpern anzukommen scheinet.

Lambert hatte den Entwurf zu dieser Wissenschaft bereits vor 1756 gemacht, aber seitdem wenig daran gearbeitet. Erst im Sommer 1777 fieng er auf Erinnern seiner Freunde weiter

*) Philosoph. transact. 1701 und in den princ. L. III. prop. 8. coroll. 3.

weiter darin zu arbeiten an, und beendigte sie noch kurz vor seinem im September erfolgten Tode, nach welchem sie mit einer Vorrede von Herrn **Karsten** bekannt gemacht wurde.

Pyrophorus, Luftzünder, Selbstzünder, Hombergischer (pyrophorus, pyrophore) ist eine chemische Bereitung in Gestalt eines schwarzgrauen Pulvers, welches sich an der Luft, besonders wenn diese feucht ist, von selbst entzündet, und mit einem Schwefelgeruche abbrennt.

Homberg [α]) erfand den Pyrophorus im Jahre 1710 zufälliger Weise, da er Menschenkoth mit Alaun im Feuer destillirte, um aus dem erstern ein weißes Oel zu gewinnen; der jüngere **Lamery** [β]) zeigte hierauf im Jahre 1714 und 1715, daß statt jener Materie andere thierische und Pflanzenstoffe, welche in der Hitze eine Kohle geben, zur Bereitung des Pyrophorus angewendet werden können, und in den neuern Zeiten lehrte endlich **Sauvigny** [γ]), daß auch ohne Alaun Pyrophorus gemacht werden könne, wenn man vitriolische Salze mit brennbaren Dingen im Feuer behandelte.

Man bereitet den Pyrophorus am kürzesten auf folgende Art: man nimmt fünf Theile gebrannten Alaun und einen Theil feines Kohlenpulver, vermengt es aufs genaueste, schüttet es in eine kleine irdene Flasche mit einer engen Mündung, so daß sie etwa bis zu zwey Drittel angefüllt wird, umschüttet sie bis an den Hals in einem Tiegel mit Sande, und stellet diesen ins Feuer. Man erhitzt alles Stufenweise bis zum Glühen der Flasche. Es bildet sich nun Schwefel, welcher sich sublimiret, und an der Mündung der Flasche mit einer blauen Flamme brennt. Wenn man die Flamme an der Mündung nicht weiter bemerket, so ist der Pyrophorus fertig. Man verstopft die Flasche zuerst mit einem gut passenden Thonstöpsel, nimmt den Tiegel aus dem Feuer, und wenn die Flasche mehr erkaltet ist, verschließt man sie mit einem Korkstöpsel ganz fest.

Wenn

α) Sur un nouveau phosphore in der histoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1710. S. 54.

β) Memoir. de l'Ac. des scienc. de Paris, 1714. S. 520. 1750. S. 30.

γ) Memoir. present. Tom. III. S. 180.

Wenn man von dem gut gerathenen Pyrophorus etwas auf Papier schüttet, so erhitzt er sich, besonders beym Anhauchen, und fängt dann von selbst Feuer. Er verbrennt unter einem starken Schwefelgeruche, und hinterläßt eine weißgraue Asche. In der Lebensluft verbrennt er heftig mit einer röthlichen sehr glänzenden Flamme, und vermindert sie beym Verbrennen sehr ansehnlich und mehr als irgend ein anderer verbrennender Körper. In nicht gut verwahrten Gefäßen verliert der Pyrophorus nach und nach seine Selbstentzündlichkeit.

Ueber die Ursache der Selbstentzündung hat man eine Menge von Hypothesen aufgestellet, welche hier anzuführen viel zu weitläuftig wäre. Versuche, besonders von Scheele *) angestellt, haben bewiesen, daß der Alaun nur in so fern einen Pyrophorus gibt, als er feuerbeständiges Alkali enthält, oder in so fern die Kohle, welche man mit dem Alaun verbindet, dergleichen in der Asche liefert. Nach Herrn Gren zersetzt die Kohle in der Glühehitze die Schwefelsäure des Alauns, und wird zum kohlensauren Gas, welches austritt; die Schwefelsäure wird zum Schwefel, welcher sich verflüchtiget und verbrennt. Das Gewächsalkali, welches bey allem verkäuflichen Alaun ist, fixirt indessen einen Antheil Schwefel und hält ihn zurück, zumahl da die Calcinationshitze nicht bis zum gänzlichen Verfliegen alles Schwefels hinreicht; ferner bleibt die überflüssig zugesetzte Kohle ebenfalls übrig. Die Theile des Pyrophorus sind demnach höchst trockenes ätzendes Gewächsalkali, Schwefel, Kohle und Thonerde. Daraus läßt sich nun die Erscheinung der Selbstentzündung an der freyen Luft auf diese Art herleiten. Berühret nämlich der Pyrophorus die feuchte respirable Luft, so zieht das trockene Gewächsalkali die Feuchtigkeit an, und erhitzt sich damit; zugleich entwickelt sich hepatisches Gas, welches nun durch Berührung der respirablen Luft wieder zersetzet wird, und die Lebensluft selbst zersetzt; dadurch wird noch mehr Wärme-

stoff

*) Von Luft und Feuer. §. 81. imgleichen berichtigende Bemerkungen über Luftzünder; in Crells chem. Annal. 1786. B. 1. S. 484.

stoff frey, welcher mit dem Brennstoffe des Schwefels das Feuer bildet, welches zur Entzündung der Kohle stark genug ist. Nach dem antiphlogistischen Systeme verbindet sich der Schwefel bey der entstehenden Erhitzung mit dem Sauerstoffe der Lebensluft, welche ihr Feuer entläßt, das durch die Kohle noch mehr unterhalten wird.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 619 u. f. Dessen Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 995 u. f.

Q.

Quadrant, astronomischer (quadrans astronomicus, quart-de-cercle astronomique) ist ein abgetheilter Bogen eines Kreissektors von 90 Graden, an welchem Dioptern sich befinden, um damit Bogen größter Kreise an der scheinbaren Himmelskugel zu messen. Besonders wird der Quadrant zu Abmessungen der Höhen und der Entfernungen vom Scheitel gebrauchet.

Die astronomischen Instrumente haben erst in den neuern Zeiten einen gewissen Grad der Vollkommenheit erreichet. **Tycho de Brahe** war eigentlich der erste, welcher sich Mühe gab, die astronomischen Werkzeuge zu den Beobachtungen vollkommener einzurichten, und seit dieser Zeit hat man besonders die abgetheilten Bogen von Kreissektoren zu Abmessungen Bogen größter Kreise am Himmel mehr als vormahls zu gebrauchen angefangen. Dergleichen Bogen von Kreisausschnitten werden überhaupt **Sektoren**, und wenn sie 90°, 60°, 45° enthalten, besonders **Quadranten**, **Sextanten**, **Octanten** genannt. Die Sektoren unter 90° dienen hauptsächlich zu Abmessungen von Entfernungen der Gestirne. M. s. **Entfernung, scheinbare**.

Was nun insbesondere die Quadranten betrifft, so sollen die türkischen Astronomen dem **Gravius** *) erzählet haben, daß der Tartar **Vlugbeigh** einen Quadranten von ungeheurer Größe errichtet, und damit die Polhöhe zu Samarcanda gemessen

*) In praefat. tabul. Vlugbeigh.

gemessen habe; allein **Gravius** zweifelt mit Recht, ob es überhaupt möglich gewesen sey, daß man einen solchen ungeheuren Quadranten habe verfertigen, und zur Messung der Höhen der Gestirne gebrauchen können, vielmehr vermuthet er, daß dieses Instrument ein Gnomon zur Bestimmung der größten und kleinsten Höhe der Sonne gewesen sey. In der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts hat zuerst **Pet. Nonius** α) die Einrichtung eines astronomischen Quadranten angegeben, bey welchem man nicht allein die ganzen Grade, sondern auch kleinere Theile bey den Abmessungen am Himmel zu finden im Stande sey; es sollten nämlich 47 concentrische Quadranten auf einer Ebene beschrieben werden, wovon der größte in 90, und die übrigen kleinern nach der Ordnung in 89, 88, 87, 86 u. s. bis auf 46 gleiche Theile getheilet werden sollten. Wenn nun die dioptrische Regel gegen ein Gestirn gerichtet auf irgend einen Theilungspunkt eines solchen Quadranten fällt, so wird alsdann das Verhältniß der Theile dieses Quadranten zu 90 Graden dem Verhältnisse der von der dioptrischen Regel auf dem Quadranten abgeschnittenen Theile zu den zu suchenden Graden gleich seyn. So hat man z. B., wenn die Regel auf den 40sten Theilungspunkt des Quadranten, welcher in 56 Theile getheilet ist, fällt, die Proportion 56 : 90 = 40 : zu suchenden Zahl, mithin die gefundene Größe 64° 17′. **Tycho** hat einen solchen Quadranten bey seinen Beobachtungen gebrauchet, erinnert aber, daß er in der Ausübung bey weitem das nicht leiste, was man sich davon verspreche. Er und **Jobst Byrge** zu Cassel gebrauchten daher lieber Quadranten, welche wie gewöhnlich in 90 Grade getheilet waren, und die sie bloß aus Holze verfertiget hatten. **Tycho** hat die seinigen beschrieben β). Im siebenzehnten Jahrhunderte verfertigte sie

α) Tractat. de crepusculis 1542. 4. propos. 3.

β) Astronomiae instauratae mechanica. Wandesburgi 1598. fol. recus. Norimb. 1602. fol.

sie Hevel mit großen Unkosten von Messing, und beschrieb sie ebenfalls selbst *).

Die Quadranten sind entweder bewegliche (portatiles) oder unbewegliche (Mauerquadranten, fixi, murales). Bey den erstern wird der getheilte Bogen oder **Limbus** durch eiserne Stäbe oder Querbänder gehalten, und ruhet vermittelst einer im Schwerpunkte des Ganzen angebrachten Welle auf einem Stative. Um nun mit diesem Instrumente Höhen oder Abstände vom Scheitel zu messen, bringt man es in eine Vertikalfläche, wo es sich entweder um den Schwerpunkt drehen läßt, oder daselbst unbewegt stehen bleibt.

Im ersten Falle, welchen fig. 13. vorstellet, ist selbst das Diopterlineal ac an dem Quadranten fest, und aus dem Mittelpunkte c des Quadranten abc hängt an einem feinen Faden das Bleyloth p herab. Wenn nun das Diopterlineal nach dem Stern ſ gerichtet, und zcſ die scheinbare Entfernung desselben vom Zenith z ist, so gibt das Bleyloth auf dem Limbus die Größe der Bogen ad und db an, wovon ersterer das Maß des Winkels acd = zcſ, oder die Entfernung des Sternes vom Zenith, letzterer aber das Complement von jenem zu 90°, folglich das Maß der Höhe des Sternes ist. Diese Art beweglicher Quadranten wird vorzüglich in Frankreich gebrauchet, wovon **de la Lande** β) eine umständliche Beschreibung gibt.

Im andern Falle, den die fig. 14. vorstellet, bleibt der Quadrant fest stehen, wenn zuvor die Linie ac, welche vom Mittelpunkte c nach dem ersten Theilungspunkte gehet, genau in eine wagrechte Lage ist gebracht worden. Hier ist aber das Diopterlineal dc um den Mittelpunkt beweglich. Dieses wird gegen den Stern ſ gerichtet, da alsdann dadurch die Bogen ad und db bestimmt werden, welche die Maße der Winkel acd und dcb, oder der Höhe und der Entfernung des Sternes ſ vom Scheitel z sind. Bey dieser Einrichtung der Quadranten hat man den Vortheil, an dem Diopter-

α) Machinae coelestis pars prior. Gedani, 1673. fol.
β) Astronom. Handb. §. 331 u. f.

Diopterlineale einen Nonius anzubringen, wodurch die Bogen in noch kleinern Theilen des Kreises gefunden werden können, als der Limbus unmittelbar angibt.

An beyden Arten der beweglichen Quadranten wird gewöhnlich noch ein horizontaler fester eingetheilter Kreis angebracht. Wird alsdann derjenige Durchmesser dieses Kreises, der durch den Anfang der Theilung geht, genau auf die Mittagslinie des Beobachtungsortes gebracht, so gibt ein in der Fläche des Quadranten befindlicher Zeiger auf der Theilung den Bogen an, um welchen diese Fläche von der Fläche des Mittagskreises abweicht. Dieser Bogen ist das Azimuth des Gestirnes, nach welchem der Quadrant gerichtet ist. M. s. **Azimuth.** Dieserwegen heißt auch dieser horizontale Kreis der **Azimuthalkreis**, und das ganze Werkzeug ein **Azimuthalquadrant.** Auf solche Art wird durch eine einzige Beobachtung die Höhe des Sternes und zugleich sein Azimuth gefunden.

Was den unbeweglichen Quadranten oder den Mauerquadranten betrifft, so wird dieser an eine Mauer in der Mittagsfläche befestiget, und mit einem Diopterlineale nebst Variner versehen. Durch denselben kann man also bloß die Mittagshöhe messen. Gewöhnlich wird aber ein solcher Quadrant viel größer als ein beweglicher gemacht, und dienet daher zu den wichtigsten und genauesten Beobachtungen. **Tycho de Brahe** hat bey seinen Beobachtungen den Mauerquadranten zuerst gebrauchet.

Weil die gewöhnlichen Diopter, welche überhaupt bey allen Winkelinstrumenten als ein Haupttheil zu betrachten sind, um durch selbige nach entfernten Objekten zu visiren, besonders bey weit entlegenen Objekten beynahe ganz unbrauchbar sind, so kam schon **Picard** auf den Gedanken, statt derselben **Dioptern** mit **Fernröhren** (dioptricae telescopicae) zu gebrauchen. Wahrscheinlich hat er sich derselben zuerst im Jahre 1669 bey seiner Gradmessung in Frankreich bedienet. Auch **D. Hook** in England kam auf den Gebrauch der Fernröhre, und auf die Anwendung des Nonius, und

 schrieb

schrieb über Hevels Werkzeuge, welche noch bloße Dioptern und Theilungen mit Transversallinien hatten, eine bittere Kritik α). Dieserwegen reisete Halley im Jahre 1679 mitten im Sommer nach Danzig, um Hevels Werkzeuge selbst in Augenschein zu nehmen. Er mußte aber endlich gestehen, daß Hevels Diopteru die teleskopischen Diopteru übertrafen. In den neuern Zeiten hingegen, da die Fernröhre einen höhern Grad der Vollkommenheit erhielten, und überhaupt Mittel entdeckt wurden, sie richtig anzubringen, sind ihre Vorzüge vor den bloßen Diopteru völlig entschieden.

Um mittelst des astronomischen Quadranten die Abmessungen am Himmel so genau als möglich zu vollbringen, muß die Eintheilung des Limbus mit der größten Sorgfalt verrichtet werden, und die Theilstriche mit der größt möglichsten Feinheit eingerissen seyn. Denn es läßt sich durch eine leichte Rechnung zeigen, daß für den Halbmesser des Limbus = 1 Fuß die Dicke eines Theilstriches von 0,001 Zoll wenigstens 17 Sekunden fasse. In den neuern Zeiten hat man sich daher besonders viel Mühe gegeben, die Theilungsmethoden des Limbus immer mehr zu vervollkommnen. In diesem Stücke haben sich vor andern die Engländer und vorzüglich die Künstler Graham, Bird und Jesse Ramsden hervorgethan. Herr Geißler β) hat die Theilungsmethoden der berühmtesten Künstler von D. Hook bis auf Ramsden gesammelt und beurtheilet. Durch Graham sind viele Werkzeuge für Ausländer, selbst für Franzosen getheilet worden; einen Sektor von diesem hatte unter andern Maupertuis, womit er in Lappland die Polhöhen zu seiner Gradmessung bestimmte; auch Bradley beobachtete mit einem solchen bey der Entdeckung der Abirrung des Lichtes. M. s. Abirrung

Der

α) Animadversions on the first port of the machina coelestis, of the honourable, learned, and deservedly famous Joannes Hevelius together with an explication of some instruments made by R. H. Lond. 1674. 4.

β) Ueber die Bemühungen der Gelehrten und Künstler, mathematische und astronomische Instrumente einzutheilen. Dresden, 1792. 8. mit sieben Kupfer.

des Lichtes. Für die Sternwarte in Greenwich hatte Bird einen Mauerquadranten von 8 engl. Fuß Halbmesser getheilet, welcher zu den Beobachtungen auf der Mittagsseite dienet. Wegen seiner Theilungsmethode versprachen ihm die Commissarien zu Erfindung der Länge auf der See 500 Pfund Sterling, besonders mit der Bedingung, seine Kunstgriffe zu beschreiben, und eidlich zu bestärken. Ein Theil von dieser Beschreibung α) verbessert noch einige Methoden Grahams, und in einer andern Schrift β) wird der Bau der Mauerquadranten an dem Beyspiele des zu Greenwich gelehret. Keiner hat es aber in der genauern Eintheilung der Winkelmesser so weit gebracht, als Ramsden. Mit seiner Theilungsmaschine kann man einen Sextanten binnen 20 Minuten eintheilen, wofür ihm von der Commission über die Meereslänge eine Belohnung von 615 Pfund Sterling bewilliget worden. Dabey mußte er eidlich bestärken, daß die bekannt gemachte Maschine wirklich diejenige sey, womit er seine Instrumente theile, und zugleich versprechen, alle Octanten von bestimmter Größe um einen gewissen Preis zu theilen. Im Jahre 1777 ward die Maschine in Kupfer gestochen.

Ramsden hat für den Lord Marlborough zu Blenheim einen Quadranten von 6 Fuß Halbmesser verfertiget, welcher durch eine Verbindung von 4 Säulen, die sich um zwey Zapfen wenden, während einer Minute nach Mitternacht und nach Mittag gewendet werden kann. Für dieses Instrument ist der Bogen von 90° so genau berichtiget, daß nicht eine einzige Sekunde Irrthum dabey Statt findet.

So sehr auch die Quadranten zur Messung der Winkel gebrauchet worden, so sind zu diesem Zwecke jetzt fast allgemein statt der Quadranten ganze Kreise gewählet worden. Schon Tobias Mayer gebrauchte zu seinen Beobachtungen einen ganzen Kreis, welchen der Herr Hofr. Mayer in Göttingen

α) The method of dividing astronomical instruments by John Bird. Lond. 1767. 4. übersetzt in Kästners astronom. Abhandl. zweyte Samml. Gött. 1774. 8. S. 128 f.

β) The method of constructing mural Quadrants etc. Lond. 1768. 4.

tingen *) beschrieben hat. Selbst **Ramsden** verlangt zur genauesten Winkelmessung einen getheilten Kreis, und führet dieserwegen folgende Gründe an: 1) die geringste Veränderung im Mittelpunkte werde durch die beyden einander entgegengesetzten Punkte angezeiget, 2) weil der Kreis auf der Drehbank bearbeitet werde, so erhalte dadurch seine ebene Fläche einen Grad von Genauigkeit, den man bey den Quadranten durch kein Mittel erreichen könne, 3) werde ein jeder Winkel auf dem Kreise durch zwey gegenüberstehende Bogen gemessen, welches zur Berichtigung sehr dienlich sey, 4) könne täglich der erste Theilungspunkt mit der größten Leichtigkeit berichtiget werden, 5) die Ausdehnung des Metalls durch die Wärme erfolge sehr regelmäßig, und könne zu keinem Fehler Anlaß geben, 6) könne der Kreis zugleich Mittagsfernrohr und Mauerquadrant seyn, 7) bringe man noch einen horizontalen Kreis unter der Axe an, so werde er zugleich Azimuthalwerkzeug, und gebe die Refraktion unabhängig vom Zeitmaße. Herr Ramsden hat Winkelmesser dieser Art für Ausländer häufig verfertiget.

Wie ein so viel als möglich vollkommener Winkelmesser zu verfertigen sey, habe ich in meinen Anfangsgründen der Feldmeßkunst; Jena, 1796. 8. §. 84. gezeiget.

Quadranten-Elektrometer s. **Elektrometer.**

Quadrat, elektrisches, elektrische Platte, geladene Platte (quadratum electricum, tabula electrica, carreau électrique). Unter diesem Nahmen begreift man gewöhnlich eine vierseitige Glasplatte, Harzplatte, Siegellackplatte, oder irgend eine Platte von einem an sich elektrischen Körper, welcher auf beyden Seiten mit einer leitenden Materie beleget ist, doch so, daß auf beyden Seiten am Rande ein Raum von wenigstens zwey Zollen Breite unbelegt gelassen wird.

Die Glasplatten belegt man insgemein mit Stanniol oder dünnen Goldblättchen, die man mit Gummiwasser aufklebet. Die Platten von harzigen Substanzen, welche sich leicht schmel

*) Gründl. u. faßl. Unterricht zur praktischen Geometrie. Th. I. S. 59

schmelzen lassen, wie z. B. Pech, Siegellack u. s. f. werden am besten so belegt, daß man zuerst ein Stück Stanniol von gehöriger Gestalt und Größe auf eine Marmorplatte legt, und die geschmolzene Materie darauf gießet. Ueber jene verbreitet man sodann die aufgegossene Materie mittelst einer Glasscheibe, oder einem andern glatten ebenen Körper, und glättet sie, und druckt darauf ein eben so großes Stück Stanniol mit einem heißen Eisen gelind auf. Dergleichen Platten lassen sich sehr leicht von den Marmorplatten abnehmen. Sollen endlich flüssige elektrische Körper beleget werden, so nehme man eine irdene Schüssel mit einem flachen Boden, lege in selbige ein Stück Stanniol, welches ringsum ein Paar Zolle schmäler ist, als der Boden der Schüssel, und stecke durch eine Oeffnung im Boden einen dünnen Draht bis zur Berührung des Stanniols ein. Hierauf gieße man den flüssigen elektrischen Körper in die Schüssel, und lasse eine messingene Platte, welche mit dem Stanniol einerley Größe hat, von dem Conduktor der Elektrisirmaschine an einer Kette bis zur Oberfläche des flüssigen Körpers herabhangen, so daß sie gerade über das Stück Stanniol kömmt, und damit parallel hängt.

Daß sich dergleichen belegte Platten eben so, wie die Verstärkungsflaschen laden und entladen lassen, ist bereits unter dem Artikel, **Flasche, geladene**, angeführet worden. Der Erschütterungsfunke solcher Tafeln ist ungemein stark, und hat dieserwegen von den französischen Experimentatoren den Nahmen des Wetterschlags erhalten.

Um den Versuch mit dergleichen Platten wirklich anzustellen, hat man nur nöthig, die eine Belegung mit der Erde, und die andere mit dem Conduktor der Elektrisirmaschine in Verbindung zu bringen; auf solche Art wird die Platte alsdann durch Drehung der Maschine geladen, und, wenn hiernächst beyde Belegungen in eine leitende Verbindung gebracht werden, entladen. Man kann z. B. ein elektrisches Quadrat auf eine Metallplatte, die mit dem Conduktor der Maschine verbunden und isolirt ist, legen; berühret man alsdann die

Digitized by Google

obere Belegung des Quadrats mit der Hand, und dreht die Maschine, so wird es dadurch geladen. Würde man nun auf solche Art mit der andern Hand den Conduktor der Maschi e oder die Kette, die zur Metallplatte gehet, berühren, so würde man einen starken Erschütterungsfunken erhalten. Um aber diesen zu vermeiden, bringt man einen Auslader mit dem einen Knopfe auf das elektrische Quadrat, und berühret mit dem andern den Conduktor der Maschine oder die Kette, da alsdann die Entladung erfolget. Will man hingegen die so geladene Platte nicht sogleich entladen, sondern sie vielmehr an einen andern Ort bringen, so faßt man sie am u belegten Rande und in gehörigen Entfernungen von den Belegungen an, da sie alsdann sicher an den andern Ort gebracht werden kann.

Diese elektrischen Platten sind bald nach Entdeckung der leidner Flasche zuerst von Dr. **Bewis** in England gebrauchet worden. Dieß wird von **Watson** [α]) mit der Bemerkung erzählet, daß eine solche Platte von 1 Quadratfuß Belegung eben so stark explodirt habe, als eine gewöhnliche halbe Pintenflasche mit Wasser gefüllt. Nach **Priestley** [β]) rührt diese Erfi dung von **Smeaton** her. Nicht lange darauf kamen auch **Franklin** [γ]) und seine Freunde darauf, runde Glasscheiben zu belegen. Eine solche Scheibe legten sie auf eine Hand, und oben darauf eine Bleyplatte, welche sie elektrisirten und den Finger dagegen brachten. Nachher brachten sie die Glasscheibe zwischen zwey Bleyplatten, welche ringsum 2 Zoll kleiner waren, elektrisirten die obere Bleyplatte, trennten hierauf das Glas von dem Bley, und fanden, daß aus den elektrisirten S ellen der Glasscheibe elektrische Fu ken herausgelockt werden konnten, und daß die Erschütterung wieder erfolgte, wenn die völlig von ihrer Elektricität befreyete Bleyplatte wieder an die Scheibe gebracht, und gehörig verbunden worden. Daraus machten sie den

Schluß,

α) Philosoph. transact. No. 485. p. 93 sqq. §. XI.
β) Geschichte der Elektricität durch Krünitz. S. 62.
γ) Briefe von der Elektricität; übers. von Wilke. Leipz. 1758. S. 34 u. f.

Schluß, daß die Ladung nicht in der Belegung, sondern in der Glasfläche sey, und die Belegung bloß als Armatur wirke. **Franklin** gebrauchte die Glastafeln zu verschiedenen elektrischen Versuchen.

Weil eine solche geladene elektrische Platte mit der Leidner Flasche unter gleichen Umständen sich befindet, so müssen auch die Erscheinungen von jener nach eben den Gesetzen erfolgen, als die der geladenen Leidner Flasche, wovon bereits unter dem Artikel, **Flasche, geladene**, hinlänglich ist geredet worden. Man war auch sonst der Meinung, daß eine solche gläserne Platte desto stärker geladen werden könne, je dünner sie sey, weil nämlich alsdann das Vermögen der einen Elektricität die ihr entgegengesetzte auf der andern Seite hervorbringen, desto stärker werde. Allein Herr **Bohnenberger** [*]) hat zu zeigen sich bemühet, daß sich dickes Glas überhaupt an sich stärker laden lasse, als dünneres, vorausgesetzt, daß die Maschine verhältnißmäßig stark genug wirke. Gesetzt auch, man hätte gefunden, daß eine Glasplatte von einer gewissen Dicke mit einer sehr starken Maschine nicht geladen werden könne, so wäre es immer noch nicht entschieden, ob auch der nämliche Fall eintreten würde, wenn man dabey eine Maschine von noch beträchtlicherer Wirkung zu gebrauchen im Stande wäre.

Die merkwürdigsten Erscheinungen zeigen sich, wenn man elektrische Platten an einander leget, und sie wie eine einzige behandelt. **Symmer** [β]) hat zuerst Versuche hierüber im Jahre 1759 gemacht, welche von **Beccaria** und **Cigna** [γ]) noch weiter getrieben wurden. Die meisten Versuche betreffen die merkwürdigen Erscheinungen geriebener seidener Bänder und Strümpfe, welche sich eben so wie dünne elektrische Platten verhalten. Würden zwey recht ebene Glasplatten über einander geleget, und die beyden auswärts ge-

*) Beyträge zur theoretischen und praktischen Elektricitätslehre. St. 1. S. 1.

β) Philosoph. transact. Vol. LI. P. 1. p. 366.

γ) Miscellan. societat. Taurinens. 1765. p. 31 sqq.

kehrten Seiten belegt, und alsdann beyde wie eine einzige geladen, so hingen sie nach dem Laden sehr fest an einander. Wären sie aber auf beyden Seiten beleget, und jede besonders geladen, so hingen sie nicht an einander.

Wenn man die Platten, welche nur auf einer Seite beleget und zusammengeladen sind, von einander trennt, so wird die eine Platte auf beyden Seiten positiv und die andere negativ gefunden werden. Entladet man sie aber vor der Trennung, so werden sie auch immer noch an einander hangen, und, wenn sie wirklich getrennet werden, noch elektrisiret seyn, jedoch mit diesem merkwürdigen Unterschiede, daß diejenige Platte, welche auf beyden Seiten positiv war, nun negativ ist, und die negativ war, nun positiv ist. Legt man sie wieder zusammen, so hängen sie von neuem an einander, und zeigen keine Elektricität; werden aber ihre Belegungen berühret, und dann die Platten wieder getrennt, so zeigen sie die nämlichen Erscheinungen wie vorher u. s. w. Diesen Versuch kann man zu vielen wiederhohlten Mahlen anstellen, ohne daß es nöthig wäre, aufs neue zu elektrisiren. Bey der Trennung der Platten im Dunkeln zeiget sich ein Licht zwischen ihren innern Oberflächen.

Das nämliche erfolget, wenn eine auf beyden Seiten belegte Platte geladen, die Belegung der einen Seite weggenommen, eine unbelegte Platte darauf gelegt, und diese auf der äußern Seite wieder beleget wird. Beyde Platten hängen an einander, und zeigen getrennt auf beyden Seiten einerley Elektricität; nach vorausgegangener Explosion aber getrennt, die entgegengesetzten Elektricitäten. Wird ein Streifchen Papier zwischen beyde geleget, so bleibt es bey der Trennung nach dem Entladen an der ungeladenen Platte hängen, und wird bey der Wiedervereinigung losgerissen. In dieser Gestalt ist der Versuch schon im Jahre 1755 von einem Jesuiten in Pekin *) gemacht worden, welcher ihn auf 500 Mahl wiederhohlen konnte, ohne die Platten von neuem zu laden. Man sieht leicht, daß alle diese Erscheinungen

*) Nov. commentat. Petropol. Tom. VIII. p. 276.

nungen den elektrophorischen ähnlich sind. Für den damahligen Zustand der Elektricitätslehre waren sie aber ganz unerklärbar, und **Symmer** wurde dadurch veranlasset, zwey verschiedene einander anziehende elektrische Materien anzunehmen.

Der P. **Beccaria** α) suchte alle diese Erscheinungen auf ein ganz allgemeines Grundgesetz zurückzubringen, das er electricitas vindex nannte. Auch selbst **Cavallo** hat in einer eigenen Abhandlung β) diese Phänomene aus des P. **Beccaria** allgemeinem Gesetze zu erklären sich bemühet. Indessen wurde die Lehre von den Wirkungskreisen und der Vertheilung der Elektricität durch die Herrn **Wilke** und **Aepinus** immer mehr ins Licht gesetzet. **Wilke** untersuchte den leidner Versuch genauer, und gab im Jahre 1762 γ) eine Vorrichtung an, wodurch man die Belegungen einer Glastafel nach dem Laden und Entladen von selbiger trennen, und alle Theile besonders untersuchen konnte. Bey diesen Versuchen, welche schon auf die Idee des Elektrophors führen, stimmte alles mit den Gesetzen der Wirkungskreise überein. Nach und nach wurden diese Gesetze bekannter, und **Volta** führte noch diese Vorstellung ein, daß eine elektrische Materie, welche auf eine andere wirke, dadurch selbst beschäftiget und weniger sensibel werde, als wenn sie unbeschäftiget und frey ist; daher er sie in jenem Zustande **gebunden** nennt. Durch diese Vorstellungen sahe man sich in den Stand gesetzet, die meisten der obigen angeführten Erscheinungen zu erklären, ohne den von **Beccaria** eingeführten allgemeinen Grundsatz zu Hülfe zu nehmen. Bey dieser Untersuchung kam **Volta** auf die Erfindung des Elektrophors, dessen Erklärung von den meisten erwähnten Phänomenen Rechenschaft gibt. M. s. **Elektrophor.**

Wie

α) Elettricismo artificiale. P. II. Sect. VI.; imgl. experimenta atque obseruationes, quibus electricitas vindex pate constituitur atque explicatur. August. Taurin. 1769. 4.

β) Vollständige Abhandl. der Lehre von der Elektric. B. II. Leipz. 1797 8. S 188 f.

γ) Schwedische Abhandlung. Th. XXIV. S. 271 u. f.

Wie Herr **de Lüc** dergleichen Erscheinungen nach seiner Theorie zu erklären bemühet gewesen ist, soll unter dem Artikel, **Wirkungskreise, elektrische**, mit mehreren angeführet werden.

Daß sich übrigens alle Glasarten nicht auf gleiche Weise verhalten, führet **Henley** *) an. Wenn nämlich holländische Glasplatten über einander geleget, und wie eine einzige behandelt wurden, so hatte nach der Absonderung eine jede eine positive und negative Seite, und beym Ausladen verwandelte sich die Elektricität beyder Seiten in beyden Scheiben in die entgegengesetzte. Legt man eine reine trockene unbelegte Platte Spiegelglas zwischen zwey belegte Spiegelglas- oder Cronenglasplatten, so findet man die erstere nach dem Laden auf beyden Seiten negativ elektrisiret; legt man sie aber zwischen zwey holländische Glasscheiben, so erhält sie, wie diese, auf der einen Seite eine positive, auf der andern eine negative Elektricität. In einer andern Schrift bemerket **Henley** ferner, daß die holländischen Glasscheiben, wenn man sie nach dem Laden sogleich aus einander nimmt, eben so wie die Platten von Spiegelglas, die eine auf beyden Seiten positiv, die andere auf beyden negativ sind; wenn man aber einige Zeit vorbeygehen lasse, ehe man sie von einander trenne, so sey der Erfolg jederzeit wie im ersten beschriebenen Falle. Dieß besondere Verhalten dieses Glases schreibt er der Ungleichförmigkeit seiner Masse zu.

M. s. **Priestley** Geschichte der Elektricität durch **Krünitz**. Berlin und Stralsund 1772. 4. S. 169. u. f. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, a. d. Engl. 4te Aufl. 1797. 8. B. I. S. 51. 296 u. f. B. II. S. 188 u. f.

Quadratur, Quadratschein, Gevierschein (quadratura, adspectus quadratus, quadrature, opposition quadrate) heißt überhaupt die Stellung zweyer Planeten, deren Längen sich um den vierten Theil des Umkreises oder um 90° unterscheiden. M. s. **Aspekten**. In einem etwas ein-

*) Philosoph. transact. Vol. LXVII. 1777. P. I. Num. 8.

eingeschränktern Sinne versteht man unter dem Nahmen der **Quadratur** diejenige Stellung der obern Planeten, welche in Ansehung der Länge 90° von der Sonne abstehen. In dieser Stellung culminiren die Planeten ungefähr 6 Stunden eher oder später als die Sonne, und sind daher entweder in der ersten, oder in der letzten Hälfte der Nacht sichtbar. Die Bewegung der Erde um die Sonne erfolgt sodann in einer Richtung, welche entweder gerade auf den Planeten zu oder gerade von ihm hinwegführet; dieserwegen ändert sich die scheinbare Bewegung der Planeten zu dieser Zeit am wenigsten von der Bewegung der Erde, und kömmt der mittlern Bewegung am nächsten.

Was die untern Planeten betrifft, so ist bey ihnen gar keine Quadratur gegen die Sonne gedenkbar, indem sich diese niemahls 90° von der Sonne entfernen. M. s. **Merkur, Venus.**

Auch beym Monde nennt man **Quadraturen** oder **Viertel** diejenigen Stellungen desselben, in welchen er in Rücksicht der Länge von der Sonne um 90° abstehet. In diesen Stellen erscheinet der Mond als eine lichte halbe Scheibe, deren dunkele Hälfte durch eine gerade Linie getrennt ist. M. s. **Mondphasen.** Im dem ersten Viertel zeiget sich der Mond im Zunehmen etwa sieben Tage nach dem Neumonde, und ist alsdann in der ersten Hälfte der Nacht sichtbar, bis er um Mitternacht untergehet. Im letzten Viertel erscheinet der abnehmende Mond etwa 7 Tage nach dem Vollmonde; er geht alsdann um Mitternacht auf, und ist in der andern Hälfte der Nacht sichtbar.

Qualitäten, Eigenschaften, Beschaffenheiten (qualitates s. proprietates corporum, qualités ou propriétés des corps) heißen überhaupt alles das, was einem jeden Körper als Individuum zukömmt, als z. B. Durchsichtigkeit, Härte, Sprödigkeit, Zähigkeit u. s. f.

Eine jede Materie muß ursprüngliche Qualitäten besitzen, welche bey jedem noch so kleinen Theile derselben Materie anzutreffen sind, denn sonst würde er kein Theil von dieser

Materie seyn. Die Identität der Materie kann und muß folglich allein an der Permanenz ihrer Qualitäten erkannt werden. Es ist ein Geschäft der Naturphilosophie zu untersuchen, wie die ursprünglichen Qualitäten mit der Entstehung der Materie zusammenstimmen, welches hier weiter zu verfolgen zu weitläuftig seyn würde. Nimmt man mit dem Atomistiker an, daß die Atomen als untheilbare Grundkörperchen gar keine Qualitäten haben, so ist es wenigstens unbegreiflich, wie dergleichen durch Zusammensetzung der Atomen entstehen können. Vielmehr scheint man Grund zu haben, eine jede ursprüngliche Qualität als eine Thätigkeit von bestimmtem Grade anzusehen, oder welches einerley ist, die Qualität ist selbst der Ausdruck des Phänomens der Materie, oder das Zusammenwirken der zurückstoßenden und anziehenden Kraft in einem bestimmten Grade. Denn setzte man die unendliche Theilbarkeit der Materie voraus, und behauptete gleichwohl, daß jede Materie ursprünglich mechanisch zusammengesetzet sey, so müßte sie in Nichts auflösbar, mithin selbst aus Nichts entstanden seyn. Derjenige also, welcher die mechanische Entstehung der Materie vertheidiget, muß sie nothwendig aus Atomen zusammensetzen lassen. Die Atomen aber ohne ursprüngliche Qualitäten gedacht, können unmöglich dergleichen in der Zusammensetzung entstehen lassen. Es scheint also der Atomistiker mit sich selbst im Widerspruche zu seyn. Daher will auch der Atomistiker lieber die Materie als bloßen Schein betrachten, und sich mehr mit den Erscheinungen beschäftigen, als von Qualitäten der Materie sprechen. Dieß heißt aber eben so viel, als den Weg versperren, auf dem man vielleicht auf den festen Grund und Boden kommen könne. Erfahrungen müssen in der Naturwissenschaft folglich vorangehen; aber beruht denn unser Wissen überhaupt nicht auf Erfahrung? Der Unterschied zwischen Sätzen a priori und den a posteriori ist bloß in Absicht auf unser Wissen und die Art unsers Wissens gemacht worden. So ist also ein jeder Satz, von dem ich nur historische Kenntnisse habe, ein Erfahrungssatz, welcher aber, wenn

ich die Einsicht mittelbar oder unmittelbar in seine innere Nothwendigkeit erlange, ein Satz a priori wird. Es ist daher eine unnachlässige Forderung, daß auch selbst der eigentliche Physiker bis zum ersten Ursprunge der Materien so viel als möglich zurückgehen müsse, um die Uebereinstimmung der ursprünglichen Qualitäten mit der Materie einzusehen.

Von diesen ursprünglichen Qualitäten, welche auch innere Qualitäten genennt werden können, unterscheidet man die **abgeleiteten Qualitäten**, welche bey Körpern, wenn sie in gewisse Zustände kommen, Statt finden. So sind die Qualitäten eines jeden chemischen Produktes abgeleitete Qualitäten, wie z. B. Härte, Zähigkeit, Festigkeit u. s. Aber auch diese Qualitäten müssen als Zusammenwirkung der zurückstoßenden und anziehenden Kräfte von bestimmtem Grade derjenigen Körper, welche sich chemisch mit einander verbinden, betrachtet werden.

Zu den Zeiten der scholastisch-aristotelischen Physiker machte man mit dem Worte Qualitäten einen wahren Mißbrauch. Denn wenn man für gewisse Erscheinungen nicht sogleich eine Ursache finden konnte, so legte man denjenigen Körpern, welche diese Phänomene bewirkten, eine eigene Qualität bey. Auf solche Art entstand eine Menge Nahmen von Qualitäten der Körper, welche in mehrere Classen abgetheilet wurden, worunter beständig eine wiederum Ursache von der andern seyn sollte. So wurde Wärme und Kälte als erste Qualitäten angesehen, welche Ursache der Feuchtigkeit und Trockenheit, als zweyter Qualitäten, seyn sollten. Eine gewisse Classe solcher Kräfte, von welcher sich weiter keine Ursache angeben ließ, nannte man **verborgene Qualitäten**. Beyspiele davon sind die Abneigung der Natur gegen den leeren Raum, und die plastische Kraft, aus welcher man die Entstehung der Formen organisirter Körper erklärte. Ueberhaupt war in den damahligen Zeiten die Physik in dem traurigsten Zustande, indem sie größtentheils leere Terminologien und Wortstreitigkeiten enthielt. Endlich stürzte Cartesius

tesius das ganze Lehrgebäude der scholastischen Physik, und hiermit zugleich die verborgenen Qualitäten. Nachdem nun **Newton** sein System von der allgemeinen Anziehung bekannt machte, so glaubten die Anhänger des **Cartesius** in selbigem eine verborgene Qualität wieder zu finden, daher auch dieses System anfänglich nicht allgemeinen Beyfall erhielt. Die Atomistiker haben sich lange bemühet, von dieser allgemeinen Anziehung einen Grund aufzufinden, aber ihre Bemühungen sind bis jetzt ohne Erfolg gewesen. Nach dem dynamischen Systeme muß man die Anziehung als eine Grundkraft nicht als Qualität annehmen. M. s. **Attraktion.**

Quecksilber (hydrargyrum, argentum viuum, mercurius, vif-argent, mercure) ist ein schon bey der Temperatur unserer Atmosphäre stets flüssiges Metall von Farbe und Glanze dem Silber ähnlich. Sein specifisches Gewicht ist in Vergleichung mit dem des Wassers = 14,110; folglich ist es nach dem Platinum und dem Golde das schwerste Metall. Sonst war man der Meinung, daß die Flüssigkeit dem Quecksilber wesentlich eigen sey, und sich nie im metallischen Zustande, als festen Körper, darstellen lasse. Allein im Jahre 1759. zeigte **Braun** zuerst, daß es durch Hülfe einer sehr starken Kälte fest wurde, sich hämmern und mit Messern schneiden ließ, einen dumpfen Klang, wie Bley, von sich gab, und biegsamer als dieses und reines Gold zu seyn schien. Die Versuche, welche wegen der Gefrierung des Quecksilbers sind angestellet worden, befinden sich bereits unter dem Artikel, **Gefrierung**, angezeiget.

Das reine regulinische Quecksilber hat weder Geruch noch Geschmack, ist im Feuer sehr flüchtig, und fängt bey der Hitze von 600° Fahrenh. zu sieden an, und verwandelt seinen tropfbar-flüssigen Zustand in den dampfförmigen. Werden nämlich diese Dämpfe in verschlossenen Gefäßen aufgefangen, so zeigen sie sich, sobald sie kühler werden, als Quecksilber wieder. Wegen der Flüchtigkeit läßt sich auch das Quecksilber leicht überdestilliren, und dadurch von den etwa darin befindlichen fremden Metallen befreyen. Geringere Grade der

Wärme

Wärme haben auf das Quecksilber keinen andern Einfluß, als daß sie selbiges, wie alle übrige Körper, ausdehnen; es hat aber vor diesen entschiedene Vorzüge wegen der sehr großen Empfindlichkeit gegen Aenderungen der Wärme, daher es auch für die schicklichste Materie zur Messung der gewöhnlichen Grade fühlbarer Wärme gehalten, und seit Fahrenheits Zeiten ganz allgemein dazu gebrauchet wird. M. s. **Thermometer.** Verschiedene Versuche haben jedoch die Ausdehnung des Quecksilbers durch die Wärme vom Eispunkte bis zum Siedpunkte verschiedentlich angegeben. Sie ist nämlich nach

de l'Isle	=	0,0140
Herbert	=	0,0156
Roy	=	0,0170
Rosenthal	=	0,0171
Luz	=	0,0174
Schuckburgh	=	0,0182
de Lüc	=	0,0185

und das Mittel aus mehreren gemachten Beobachtungen = 0,0177. M. s. **Barometer** (Th. I. S. 276.).

An der Luft ist das ruhig stehende Quecksilber keinem Rosten unterworfen; wenn es aber gerieben oder geschüttelt wird, so sammelt sich auf der Oberfläche bald ein grauer Staub an. Man hielt diesen sonst für Unreinigkeiten; aber durch neuere Versuche ist es entschieden, daß dieß vielmehr eine wirklich anfangende Verkalkung des Quecksilbers ist. Wenn man nämlich laufendes Quecksilber in einem Glase mit eingeschlossener atmosphärischer Luft, oder noch besser Lebensluft anhaltend und lang schüttelt, so sammelt sich nach und nach dieser Staub an, die Luft wird im Umfange vermindert, wie sich zeigt, wenn man das Gefäß unter Wasser öffnet, das nun hineindringt, welches die hierbey vorgehende Verkalkung außer allem Zweifel setzt. Dieß erhaltene schwarzgraue Pulver ist **unvollkommener Quecksilberkalk** (Quecksilberhalbsäure) (calx hydrargyri imperfecta, aethiops mercurii per se, oxidum hydrargyri nigrum, oxide de mer-

mercure). Die Verkalkung des Quecksilbers geschiehet noch kräftiger durch die gemeinschaftliche Wirkung der Luft und des Feuers. Setzt man es nämlich in einem leicht bedeckten Gefäße von Glas der Hitze lange genug, mehrere Monathe aus, worin es als Dampf aufsteigt, so verwandelt es sich in hochrothes, glänzendes, dem Ansehen nach erdigtes Pulver, welches den unschicklichen Nahmen des **für sich niedergeschlagenen Quecksilbers** (mercurius praecipitatus per se) erhalten hat, und ein **vollkommener Quecksilberkalk** ist. Nach Herrn **van Mons** *) kann man den vollkommenen Quecksilberkalk in kurzer Zeit auf folgende Art gewinnen: man nimmt gleiche Theile laufendes Quecksilber und rothen Quecksilberkalk, nebst etwas wenigem Wasser, reibt alles zusammen in einem steinernen Mörser, woraus bey fortgesetztem Reiben schwarzer oder unvollkommener Quecksilberkalk wird, welchen man hierauf in einer offenen Schale, worin er viele Oberfläche hat, der Luft bey einem Grade der Wärme aussetzt, der ans Glühen grenzt. Der Kalk sättiget sich in kurzer Zeit mit dem Sauerstoffe aus der Atmosphäre und wird zum vollkommenen Kalk.

Dieser rothe Quecksilberkalk ist schimmernd und von einer blätterigen Fügung, und hat einen eigenen scharfen metallischen Geschmack. Er ist specifisch leichter als Quecksilber, und schwimmt daher auf diesem; aber sein absolutes Gewicht ist nach **Lavoisier** um $7\frac{3}{4}$ Procent vermehret. Der Sauerstoff ist mit diesem Quecksilberkalk so schwach gebunden, daß er durch die bloße Anziehung des Wärmestoffs davon getrennt werden kann. Daher läßt sich in verschlossenen Gefäßen durch bloße Hitze das Quecksilber daraus wieder herstellen, und man erhält alsdann Quecksilber und Sauerstoffgas. **Priestley** bemerkte zuerst die Lebensluft, welches nachher auch **Scheele**, **Lavoisier**, **Fontana**, **Corvinus**, **van Marum**, **Hermbstädt** und sehr viele andere Chemiker bestätiget haben. Man hat lange Zeit darüber gestritten, ob der ausgeglühete noch heiße Quecksilberkalk durch Reduktion

*) Grens Journal der Physik. B. VIII. S. 13.

duktion für sich Lebensluft gebe. Durch die Versuche des Herrn **van Mons** ist es aber völlig entschieden, daß der rothe Quecksilberkalk allerdings bey seiner Reduktion Lebensluft liefere. M. s. **Chemie.**

Die Schwefelsäure wirkt auf das regulinische Quecksilber nur im concentrirten Zustande und mit Hülfe der Hitze. Gießet man nämlich in eine gläserne Retorte, die im Sandbade liegt, auf 6 Theile Quecksilber 5 Theile Vitriolöl, und erhitzt das Gefäße stufenweise, so entsteht ein ziemliches Aufbrausen; die Oberfläche des Quecksilbers wird weißlich, es sondert sich ein weißliches Pulver ab, und endlich wird die ganze Masse in eine feste weiße Salzmasse verwandelt, welche sehr herbe und metallisch schmeckt, und an der Luft Feuchtigkeiten anzieht. Schüttet man sie in sehr viel heißes reines Wasser, und rührt alles zusammen, so läßt sie ein schönes hellgelbes Pulver fallen, welches wohl ausgesüßet werden muß, und den Nahmen des **mineralischen Turpeths** (turpethum minerale, mercurius praecipitatus flauus, oxide de mercure jaune par l'acide sulfurique) führet. Dieser mineralische Turpeth ist ein wahrer und vollkommener Quecksilberkalk, welcher jedoch noch etwas Schwefelsäure enthält. Im Feuer langsam gebrannt, wird er roth und dem rothen Quecksilberkalke ähnlich. Das zum Abspühlen des mineralischen Turpeths gebrauchte Wasser enthält einen Theil des Quecksilberkalkes in der Schwefelsäure wirklich aufgelöset, oder **schwefelsaures Quecksilber, Quecksilbervitriol** (hydrargyrum sulphuricum, vitriolum mercurii, hydrargyrum vitriolatum, sulphas hydrargyri, sulfate de mercure), welches beym Abdampfen in kleinen weißen nadelförmigen Crystallen anschießt, welche sehr weiß und zerfließbar sind. Ueberhaupt läßt sich aber nach der verschiedenen Behandlung des Quecksilbers mit Schwefelsäure dasselbe in verschiedenen Graden oxidiren, und es lassen sich besonders dreyerley Arten vom schwefelsauren Quecksilber unterscheiden: 1. die gesättigte Verbindung des unvollkommenen Quecksilberkalkes mit Schwefelsäure, oder das eigentliche

mittelsalzige schwefelsaure Quecksilber (hydrargyrum sulphuricum, sulphas mercurii, sulfate de mercure), 2. die gesättigte Verbindung des vollkommenen Quecksilberkalkes mit Schwefelsäure, oder das saure schwefelsaure Quecksilber (hydrargyrum sulphuricum acidum, sulphas hydrargyri acidus, sulfate acide de mercure), und 3. den Turpeth, oder vollkommenen Quecksilberkalk mit nur weniger Schwefelsäure. Die Auflösungen des Quecksilbers in Schwefelsäure geben durch Alkalien und Erden Präcipitationen von verschiedener Natur und verschiedenen Farben, nachdem das Quecksilber darin vollkommen oder unvollkommen verkalkt enthalten ist. Das ätzende Gewächsalkali und Mineralalkali, so wie das Kalkwasser, schlagen die Auflösung des mittelsalzigen schwefelsauren Quecksilbers mit der Schwefelsäure schwarzgrau nieder; das saure schwefelsaure Quecksilber hingegen gelb, welche Farbe aber wegen der verschiedenen Grade der Oxidirung vom zitronengelben bis zum orangegelben abwechselt. Das ätzende Ammoniak macht mit dem schwefelsaurem Quecksilber beständig einen grauen Niederschlag, welcher bloß heller und dunkeler ist.

Die Salpetersäure löset das Quecksilber so leicht auf, daß dazu keine äußere Wärme und keine concentrirte Säure nothwendig ist. Schon mit der Kälte und mit einer verdünnten Salpetersäure erfolget die Auflösung; in der Hitze aber und mit concentrirter Säure geschieht die Auflösung mit Aufwallen und einer Entwickelung von sehr vielem Salpetergas. Uebrigens findet sich bey beyden Auflösungen wegen der verschiedenen Verkalkung des Quecksilbers ein beträchtlicher Unterschied. In der kalt bereiteten Auflösung entstehet nämlich, sobald sie auf einen gewissen Grad vor sich gegangen ist, schon während der Auflösung eine Gerinnung der sich bildenden Salzmasse. Die Auflösung selbst ist, wenn die Salpetersäure rein war, völlig klar, und nach einiger Zeit, so wie bey der Verdünnung mit etwas Wasser allezeit farbenlos. Vom Geschmack ist sie herbe und ätzend, auch wenn sie mit Quecksilber gesättiget, in der Kälte oder in der Wärme

gemacht

gemacht ist. Die in der Kälte erfolgte Auflösung färbt die Haut schwarz, die in der Hitze bereitete aber dunkelpurpurfarben; Holz; Haare und Wolle hingegen auch schwarz. Man nennt die Verbindung des Quecksilbers mit der Salpetersäure **salpetersaures Quecksilber, Quecksilbersalpeter** (hydrargyrum nitricum, nitrum mercuriale, hydrargyrum nitratum, nitras hydrargyri, nitrate de mercure). Durchs Abdampfen läßt sich das salpetersaure Quecksilber crystallisiren. Die Crystalle sind aber nach Beschaffenheit der Umstände bey der Auflösung des Quecksilbers und nach Art des Verdampfens verschieden, wie **Fourcroy** *) bemerket hat; 1. die kalt bereitete Auflösung gibt beym ganz unmerklichen Abdunsten durchsichtige sehr regelmäßige Crystallen, welche vierseitige Tafeln vorstellen, deren Kanten schräg zugeschärft, und deren Ecken abgestumpft sind; mithin sind sie doppelt vierseitige Pyramiden, welche sehr nahe über ihrer Grundfläche und an den Enden abgestumpft sind; 2. eben diese Auflösung gibt nach dem Abdunsten in der Wärme durchs Abkühlen blätterige Crystalle, welche wie Dachziegel über einander liegen, deren Grundcrystallisationen aber auch die vorige Tafel zu seyn scheinet; 3. die in gelinder Wärme bereitete und gesättigte Auflösung schießt schon beym Erkalten zu sehr langen platt nadelförmigen, der Quere gestreiften und sehr spitzigen Crystallen an; 4. die durch Hitze und besonders mit concentrirter Säure bewirkte Auflösung gerinnt bey dem Erkalten, wenn sie gesättiget ist, zu einer weißen unförmlichen Masse. Uebrigens sind die Crystalle vom Geschmack herbe und ätzend, und lassen sich leicht im Wasser auflösen. Die Crystallen des in der Hitze bereiteten salpetersauren Quecksilbers lassen beym Auflösen einen Theil des Kalkes als gelbes Pulver fallen, die andern als weißes Pulver. In der Hitze fließt das crystallinische salpetersaure Quecksilber; stößt Salpetergas aus, wird dann wieder fest, gelb und hernach pomeranzenfarbig, und wenn es nun bey stärkerm Feuer auf einer flachen Schale unter

*) Elements de chimie. Tom. III. p. 101 u. f.

dem Zugange der freyen Luft geglühet wird, so wird es nach dem Erkalten roth, glänzend und schuppig. In diesem Zustande heißt es sehr eigentlich **rothes Quecksilberpräparat** (mercurius praeparatus ruber). Dieser zeiget keine Spur von Salpetergas mehr, und kömmt in allen mit dem für sich im Feuer entstandenen Quecksilberkalke überein. Auf glühenden Kohlen verpufft das crystallinische salpetersaure Quecksilber, nur muß es recht trocken seyn, wenn die Verpuffung merklich werden soll.

Die Alkalien und Erden sondern den Quecksilberkalk aus der Auflösung in Salpetersäure ab, und zwar in verschiedener Beschaffenheit und Farbe nach der Natur der Auflösung und des Niederschlagungsmittels. Feuerbeständiges ätzendes Gewächsalkali oder Mineralalkali oder Kalkwasser zu der in Kälte mit schwacher Salpetersäure bereiteten Quecksilberauflösung geschüttet, geben einen schwarzgrauen Niederschlag, welcher desto dunkeler ist, je unvollkommener das Quecksilber verkalkt ist; in die in der Hitze und mit concentrirter Säure bewirkte salpetersaure Quecksilberauflösung gebracht einen gelben Kalk. Die salpetersaure Quecksilberauflösung mit Ammoniak versetzt, zeigt ähnliche Erscheinungen, wie die des schwefelsauren Quecksilbers; 1. tröpfelt man zu derselben ätzenden Ammoniak, so entsteht ein grauer Niederschlag, welcher desto heller ist, je stärker das Quecksilber verkalkt war; 2. bringt man aber mehr Ammoniak hinzu, als zur Sättigung der Salpetersäure erfordert wird, so verschwindet ein großer Theil des Niederschlages wieder, und der übrig bleibende wird dunkler von Farbe, schwarzgrau oder schiefergrau; 3. wenn man hingegen die Auflösung des salpetersauren Quecksilbers zu vielem Ammoniak tröpfelt, so entsteht gar kein Niederschlag, sondern bloß ein dunkelschwarzer.

Die Salzsäure hat in ihrem gewöhnlichen Zustande keine Wirkung auf das regulinische Quecksilber, wenn sie auch concentrirt ist, und durch Wärme unterstützet wird. Hingegen dephlogistisirte Salzsäure greift das Quecksilber so-

gleich an, und verwandelt es in ein weißes Salz. Gegen den Quecksilberkalk aber hat die Salzsäure eine größere Verwandtschaft, als die Salpetersäure. Tröpfelt man daher zu der Auflösung des salpetersauren Quecksilbers Salzsäure, so entsteht ein flockigter, weißer Niederschlag, das salzsaure Quecksilber, welches **weißes Quecksilberpräcipitat** (mercurius praecipitatus albus, mercurius cosmeticus, lac mercuriale, calcinatum maius Poterii, oxide de mercure blanc) genannt wird. Der durch die Schwefelsäure oder Salpetersäure aufgelösete Quecksilberkalk mit der Salzsäure durch eine Dampfauflösung verbunden, gibt den **äzenden Quecksilbersublimat** (mercurius sublimatus corrosiuus), welcher wegen seiner Aetzbarkeit das schrecklichste unter allen Giften ist. Die gewöhnlichste Bereitungsart dieses Sublimats ist, daß man Quecksilber im Scheidewasser auflöset, die gesättigte Auflösung bis zur Trockniß gelinde abzieht, und gleiche Theile von diesem trocknen salpetersauren Quecksilber, decrepitirtem Kochsalze und bis zur Weiße gebrannten Eisenvitriol mit einander ganz trocken vermengt, und aus einer Retorte mit der Vorlage im Sandbade bey stufenweise bis zum Glühen verstärktem Feuer sublimiret; wobey sich in der Vorlage die Salpetersäure sammelt. In diesem Prozesse entbindet die Schwefelsäure dem Kochsalze die concentrirte Salzsäure, welche mit dem Quecksilber verbunden als ätzendes Sublimat aufsteigt, während daß die frey gewordene Salpetersäure übergeht. Der Rückstand ist Glaubersalz und Eisenkalk. Durch die Alkalien und alkalischen Erden wird der Quecksilbersublimat zersetzet, und die erstern benehmen ihm seine giftige Eigenschaft sogleich. Sie fällen daraus einen wahren Quecksilberkalk, und verbinden sich selbst mit der Salzsäure. Wenn der ätzende Quecksilbersublimat mit mehr Quecksilber von neuem sublimirt wird, so verliert er seine ätzende und fressende Eigenschaft, und verwandelt sich in das **versüßte Quecksilber**, oder das **versüßte Quecksilbersublimat** (mercurius dulcis, mercurius sublimatus dulcis, sublimatum dulce, aquila alba,

alba, aquila mitigata, draco mitigatus, manna metallorum, panchymagogum minerale). Es ist dieses von Farbe weiß, jedoch innerlich mehr oder weniger gelblich, glänzend und crystallinisch, und besteht gewöhnlich aus vierseitigen säulenförmigen Crystallen mit vierseitigen Endspitzen, deren Seitenflächen auf den der Säule aufsitzen. Es hat keinen Geschmack, und löset sich kaum in kochendem Wasser auf.

Das laufende Quecksilber läßt sich mit allen pulverichten, zerreiblichen und festen, so wie mit zähen, fettigen und schleimigen Dingen durch anhaltendes Reiben so verändern, daß es seine laufende Gestalt gänzlich verlieret. Durch diese Arbeit, welche das **Tödten des Quecksilbers** genannt wird, wird eine unvollkommene Verkalkung desselben, und keines Weges eine bloße mechanische Zertheilung bewirket.

Mit dem Schwefel läßt sich das regulinische Quecksilber schon durch bloßes Reiben, noch besser aber durch Schmelzung des Schwefels vermischen. Dadurch erhält man ein schwarzes Pulver, den **mineralischen Mohr** oder **Quecksilbermohr** (aethiops mineralis). Noch genauer verbinden sich Schwefel und Quecksilber mit einander, wenn man den mineralischen Mohr sublimiret. Dieß Verfahren gibt einen strahlichten Körper, welcher gerieben schön roth aussiehet, und **künstlicher Zinnober** (cinnabaris artificialis, hydrorgyrum sulphuratum, sulphuretum mercurii, sulfure de mercure) heißt; er kömmt mit dem natürlichen Zinnober, wenn dieser rein ist, völlig überein. Der Zinnober ist crystallinischer Fügung, nadelförmig, schimmernd und braunroth von Farbe. Er hat weder Geruch noch Geschmack, und löset sich nicht im Wasser auf. Im Feuer ist er flüchtig, und steigt in verschlossenen Gefäßen unzersetzt in die Höhe. Der Schwefel ist mit dem Quecksilber im Zinnober so genau verbunden, daß die bloße Wirkung des Feuers diese Verbindung nicht zu trennen vermag. Hingegen kann man den Zinnober sowohl durch feuerbeständige Alkalien,

Alkalien, als durch Kalkerde zerlegen, welche sich mit dem Schwefel zur Schwefelleber verbinden. Auch durch verschiedene Metalle, welche mit dem Schwefel eine nähere Verwandtschaft, als mit dem Quecksilber haben, läßt sich dieses aus dem Zinnober durch eine Destillation abscheiden. Diese Arbeit nennt man das **Lebendigmachen des Quecksilbers** (reuiuificatio mercurii). Das dadurch aus dem Zinnober wieder lebendig gemachte Quecksilber ist vorzüglich rein, und daher in der Arzeney, den Künsten und zu physikalischen Versuchen, wo es auf Genauigkeit ankommt, besonders zu gebrauchen.

Mit den meisten Metallen tritt das regulinische Quecksilber in eine chemische Vereinigung, auch ohne Beyhülfe des Feuers. Diese Verbindung des Quecksilbers mit Metallen nennt man ein **Amalgama** oder einen **Quickbrey** (m. s. **Amalgama**); die Operation aber selbst das **Verquicken** oder **Amalgamiren**. Es geschiehet dieses entweder durch Reiben des Quecksilbers mit den Metallen, oder durch Schmelzen der Metalle und Hinzumischen des Quecksilbers. Diese letztere Art läßt sich nicht gut bey solchen Metallen anwenden, welche zum Schmelzen eine größere Hitze verlangen, als zum Sieden des Quesilbers nöthig ist, weil alsdann dieses in Dämpfe verwandelt und als Rauch fortgehen würde. Das Amalgama des Quecksilbers mit dem Zinn dienet besonders zur Belegung der Glasspiegel, und das des Goldes und Silbers zu den Vergoldungen und Versilberungen im Feuer.

In dem Hüttenwesen ist besonders die Amalgamationsmethode des Herrn **von Born** berühmt geworden.

Oft wird das Quecksilber mit Bley oder Zinn verfälscht. Man reiniget es davon, wenn man es durchs Leder preßt. Durch Beymischung vom Wismuth aber wird das Bley oder Zinn so fein zertheilet, daß es selbst mit durchs Leder gehet. In diesem Falle hat man keine andere Reinigungsmethode, als die der Destillation, weil vermöge der Erfah-

rung alle Metalle eine größere Hitze zur Verflüchtigung erfordern, als das Quecksilber.

In der Natur findet man das Quecksilber zuweilen rein und gediegen, entweder fließend und lebendig, oder in Schiefern und anderm Gestein eingesprengt. Zuweilen ist das gediegene Quecksilber mit Silber oder Kupfer oder Wismuth amalgamiret. Verlarvt findet sich das Quecksilber im Zinnober. Am meisten aber ist das Quecksilber in der Natur durch Schwefel vererzt, wie im Quecksilberhornerz und mineralischen Mohr.

Das Quecksilber ist eines von den vorzüglichsten Metallen, welche in Künsten und Wissenschaften besonders gebrauchet werden. Dem Physiker ist es wegen Anstellung verschiedener Versuche und zu verschiedenen Abmessungen wichtig. Weil es die schwerste flüssige Materie ist, so gibt es besonders ein sehr bequemes Mittel ab, die Größe des Drucks anderer Flüssigkeiten und vorzüglich der Atmosphäre unserer Erde durch eine Säule von mäßiger Höhe zu bestimmen. M. s. **Barometer**. Außerdem hat es vor anderen tropfbaren Flüssigkeiten dadurch entschiedene Vorzüge, daß es leicht von einer gleichförmigen Reinigkeit erhalten werden kann; daß es gegen Aenderungen der Wärme sehr empfindlich ist; daß es starke Grade der Hitze verträgt, ehe es kocht; und eine beträchtlich große Verminderung der Wärme dazu gehöret, ehe es gefrieret; daher es auch ein vorzügliches Mittel zum Maße fühlbarer Wärme abgibt. Ueberdieß ist es wegen der Unauflöslichkeit in einigen Säuren geschickt, saure Gasarten zu sperren, welche sich mit dem Wasser vermischen würden.

Die vorzüglichsten Kennzeichen eines reinen Quecksilbers sind diese: 1. wenn es sich auf ganz reinem Papiere vollkommen flüssig zeigt und in völlig runde Kügelchen zertheilt, ohne anzuhängen oder Schmutz zurückzulassen. Ist es mit andern Metallen vermischt, so fließt es nicht so willig; die Theile sind nicht völlig rund, sondern ziehen gleichsam einen Schweif nach sich. 2. Wenn es kein trübes oder farbiges

farbiges Häutchen auf der Oberfläche zeigt. 3. Wenn es im Mörser mit Wasser gerieben letzteres nicht trübe macht. 4. Wenn es in einem eisernen Löffel über Kohlen gehalten bis zum Kochen nicht brauset und ausspritzt. 5. Wenn es in Salpetersäure oder Scheidewasser aufgelöset keinen schmuzigen Bodensatz macht.

Wenn das Quecksilber mit Staub oder anderm Schmutz verunreiniget ist, so druckt man es durchs Leder, oder wäscht es mit wohl rectificirtem Weingeist, und wenn sich alkalische Materien darin befinden, mit Weinessig ab. Ist es mit fetten Materien verunreiniget, so wäscht man es mit Seifenwasser oder einer scharfen Lauge. Durch Metalle verunreinigtes Quecksilber wird am besten durch eine Destillation gereiniget. Zu dieser Absicht reibt man das Quecksilber mit Schwefel in einen mineralischen Mohr zusammen, und destillirt selbigen mit einem Zusatze von doppelt so vielem ungelöschten Kalke. Auch hat **Priestley** eine Methode zur Reinigung des Quecksilbers angegeben, welche **Luz** empfohlen hat, und bereits unter dem Artikel, **Barometer (Th. I. S. 268.)** angegeben ist.

In den Barometerröhren muß das reine Quecksilber noch gekocht werden. M. s. **Barometer.**

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 2407 u. f.

Quecksilberapparat, s. **pnevmatisch-chemischer Apparat.**

Quecksilberthermometer, s. **Thermometer.**

Quecksilberwage, s. **Wasserwage.**

Quellen (fontes, sources, fontaines) heißen die Ausgänge oder Ausbrüche der unter der Erdfläche befindlichen Wasser, aus welchen selbige ausfließen, und im Fortgange durchs Zusammenkommen Bäche und Flüsse bilden. Weil sich das Wasser vermöge der Gesetze der Schwere jederzeit nach dem niedrigern Orte hinsenket, so müssen auch diejenigen Oerter, wo Bäche und Flüsse aus den Quellen entspringen, höher liegen, als das Meer. Auch entspringen

Digitized by Google

gen wirklich alle Quellen an und neben Bergen, wenigstens doch an sanft ansteigenden Anhöhen.

Es entstehet nun hier die wichtige Frage, wie das Wasser auf eine so beträchtliche Höhe über die Meeresfläche gebracht werden könne, so daß die meisten und beträchtlichsten Quellen nie versiegen? Diese Frage ist sehr verschieden beantwortet worden. Schon **Aristoteles** [α]) führet hierüber verschiedene Meinungen an, scheint aber doch diese für die wahrscheinlichste zu halten, daß von den Bergen und hohen Oertern das Regenwasser und andere wässerige Theile eingesogen und in Behälter eingeschlossen werden. Eben dieß nimmt auch **Seneca** [β]) an, setzet aber noch hinzu, daß vielleicht auch die Erde in Wasser verwandelt werde, weil es dadurch begreiflicher sey, wie die Quellen mit hinreichendem Wasser versehen werden könnten. **Vitruvius** [γ]) suchet den Ursprung der Quellen in dem Regen- und Schneewasser, welches so lange in die Erde eindringe, bis es auf Stein-, Thon- und Erzschichten komme, wo es sich ansammle, und zuletzt genöthiget werde, sich seitwärts Oeffnungen zu machen, um durch selbige abzufließen. Auf den Bergen könne sich oft das Regenwasser sammeln, und eine Zeit lang aufhalten, wodurch es tiefer in die Erde einzudringen vermögend sey; auch finde dieß beym Schnee Statt, welcher sich besonders auf den Bäumen der Gebirge anhäufe, und nur langsam schmelze.

Vitruvs Meinung ist von **Mariotte** [δ]) angenommen worden. Dieser hat es besonders durch eine Berechnung wahrscheinlich zu machen gesuchet, daß das Regen- und Schneewasser hinreichend sey, den beständigen Zufluß des Wassers zu den Quellen zu erklären. Er zeiget aus Beobachtungen, daß in der Gegend zu Dijon der ganze herabfallende Regen auf jeder Fläche jährlich eine Höhe von 17 Zollen einnehmen würde, wofür er jedoch nur 15 Zoll setzen wolle. Es würden

α) Meteorl. L. I. cap. 13.
β) Quaestion. natural. L. 3. cap. 9.
γ) De architectura. L. VIII. cap. 1.
δ) Traité de mouvement des eaux et des autres corps fluides; in den oeuvr. de *Mariotte*, à Leide 1717. 4. Tom. II. p. 326 sqq.

den also auf eine französische Quadratmeile (die Meile zu 2300 Toisen gerechnet) jährlich $15.72^2.2300^2$ Cubikzoll, d. i. $15.3.2300^2 = 238050000$ Cubikfuß Wasser fallen. Die Quellen der Seine setzt er nun 60 Meilen oberhalb Paris, und nimmt die Breite der Grenzen, in welchen die kleinen Bäche und Flüsse, von denen die Seine Wasser erhält, enthalten sind, 50 Meilen an, daß mithin die ganze Fläche, von welcher die Seine bis Paris Wasser empfängt, 3000 Quadratmeilen beträgt. Nach eben angestellter Rechnung fallen auf diese Fläche jährlich an Wasser

$$3000 . 238050000 = 714150 \text{ Millionen Cubikfuß.}$$

Durch Ausmessung aber hatte er gefunden, daß die Seine jährlich unter dem Pont royal in Paris nur 105120 Millionen Cubikfuß Wasser hindurchführe, welches noch nicht den sechsten Theil des berechneten Regen- und Schneewassers ausmacht, so daß es folglich mehr als zureichend ist, die Flüsse mit Wasser zu versehen. Zugleich beruft sich auch **Mariotte** auf Erfahrung, daß nämlich die Quellen eine größere oder geringere Menge Wasser geben, nachdem es mehr oder weniger regne, ja viele selbst bey anhaltender Dürre ganz wegbleiben, oder doch merklich vermindert werden. Nach seiner Meinung dringe das Regenwasser in kleinen hohlen Canälen und Ritzen in die Erde, dergleichen sich auch beym Graben der Brunnen vorfinden; komme es nun auf Lager, welche es nicht weiter einzudringen verstatteten, so werde es endlich genöthiget, irgendwo auszubrechen und abzufließen.

Dieser Meinung ist manches entgegengesetzet worden. Es hatte schon **Seneca** bemerket, daß das Regenwasser kaum 10 Fuß tief in die Erde eindringe. Dieses haben **Perrault** [α]) und **de la Hire** [β]) durch mehrere Versuche zu bestätigen gesuchet. Unter andern brachte letzterer eine Schüssel 8 Fuß tief in die Erde, so daß sie ein wenig schief lag, und aus ihrer niedrigsten Stelle eine 12 Fuß lange bleyerne Röhre in einen Keller ging. Aus dieser Röhre kam in einer Zeit von

15

α) Oeuvres diverses. Tom. II. p. 787 sqq.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1703. p. 68 sqq.

15 Jahren kein Tropfen Wasser. Eine andere Schüssel mit 8 Zoll hohen Wänden, deren Oberfläche 64 Quadratzoll betrug, ward nur 8 Zoll tief an einem weder der Sonne noch den Winden ausgesetztem Orte eingegraben. Auch diese gab vom 12. Jun. bis zum folgenden 29. Februar kein Wasser, und alsdann nur ein wenig, nachdem es geregnet hatte, und darauf ein starker Schnee gefallen war. Eben diese Schüssel 16 Zoll tief eingegraben gab auch nach dem stärksten Regen kein Wasser, und Pflanzen, welche er über selbige gesetzet hatte, vertrockneten wegen Mangel an Feuchtigkeit. **De la Hire** macht hieraus den Schluß, daß das Regenwasser in einem mit Pflanzen besetzten Erdreiche nicht über 2 Fuß tief eindringe, es wäre denn, daß der Boden kiesigt oder mit kleinen Steinen vermengt wäre; daher könnten auch nur sehr wenige Quellen vom Regen- und Schneewasser entstehen. Auch nach **Perraults** Untersuchungen scheint das Regenwasser auf Hügeln und Flächen nicht über 2 Fuß Tiefe in das Erdreich einzudringen. Gegen diese Einwürfe suchte sich **Mariotte** dadurch zu helfen, daß man das rohe Erdreich von dem angebaueten wohl unterscheiden müsse; in diesem letztern würden nämlich die kleinen Canäle durch den Anbau zerstöret. Seine Meinung gründet er auf die Canäle, welche man beym Brunnengraben antrifft, und auf die Wände der Keller der Pariser Sternwarte, aus welchen nach einem starken Regen Wasser herabläuft.

Sedileau a) will mit der Berechnung des **Mariotte** nicht zufrieden seyn. Seiner Meinung nach hat **Mariotte** die Breite der Gegend von 50 Meilen, deren Wasser zur Unterhaltung der Seine dienen soll, ganz willkürlich angenommen; durch solche Berechnungen könnte man Flüsse finden, welche nicht den zwanzigsten Theil vom herabgefallenen Regenwasser dieser Gegend abführten, dagegen sie an andern Orten so dicht zusammenlägen, daß alles Regen- und Schneewasser der Gegend viel zu gering wäre, sie mit hinlänglichem Wasser zu versehen. Wenn man ein richtiges Resultat haben

a) Memoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1693. p. 117 sq.

ben wollte, so müßte man eine Insel, wie z. B. England und Schottland, wählen, um das auf ihren Flächen herabfallende Regenwasser mit dem, was durch die Mündungen aller ihrer Flüsse ins Meer sich ergösse, zu vergleichen. Sedileau findet nach einem Ueberschlage, welchen er auf einige Sätze des **Riccioli** [α]) gründet, den er aber selbst nicht für ganz zuverlässig hält, daß auf England und Schottland kaum halb so viel Regenwasser herabfalle, als zur Unterhaltung ihrer Flüsse nöthig sey.

Was übrigens **Mariotte's** Erfahrung betrifft, daß bey anhaltender Dürre die Quellen merklich vermindert werden, und wohl ganz zu laufen aufhören, so hat es in so weit seine Richtigkeit, daß viele Quellen eine größere Menge Wasser geben, wenn es geregnet hat, als wenn es lange Zeit trecken gewesen ist; ja selbst in denjenigen Oertern, wo es entweder gar nicht, oder nur wenig regnet, sind die Quellen und Flüsse selten. Gleichwohl gibt es aber auch viele Quellen, welche zu allen Jahreszeiten gleich viel, und wohl gar in der Hitze mehr Wasser geben, als bey nasser Witterung. Ueberdem gibt es auf hohen Bergen beträchtliche Quellen und stehende Gewässer, welche schwerlich ihr Wasser vom Regenwasser allein erhalten können. Daher hat man wohl Grund außer dem Regen- und Schneewasser noch andere Veranstaltungen der Natur anzunehmen, durch welche die Quellen mit hinreichendem Wasser versehen werden.

Halley [β]) glaubt, daß der Regen und Schnee nicht hinreichend sey, den Ursprung der Quellen davon abzuleiten, vielmehr vermuthet er, daß die Quellen von den aus dem Meere aufgestiegenen Dünsten herrühren, welche von den Winden gegen die Gebirge des festen Landes geführet, und daselbst von der Kälte wieder verdichtet, mithin in Wasser verwandelt werden. Er gründet seine Meinung auf eine Berechnung der Ausdünstung des mittelländischen Meeres [γ]), nach welcher

α) Geograph. reform. I. X. cap. 7.

β) Of the circulation of the watry vapours of the sea and the cause of springs; in den Philosoph. transact. num. 102. p. 468.

γ) Philosoph. transact. num. 159.

welcher selbige die ausdunstende Fläche täglich um $\frac{1}{10}$ Zoll erniedrigen und über drey Mahl so viel betragen soll, als die in dieses Meer laufenden großen Flüsse demselben Wasser zuführen. Ob nun gleich hierbey die Wassermenge dieser Ströme viel zu gering angesetzt ist, so hält doch **Halley** diese Ausdünstung für hinreichend, von der Entstehung der Quellen Rechenschaft zu geben, indem nämlich das Wasser und ein Theil der Dünste durch die Steinklüfte in die Höhlen der Berge eindringe, und alsdann, wenn es nicht mehr Platz habe, in einzelnen Quellen aus den Gebirgen abfließe.

Halley nahm auf der Insel St. Helena wahr, daß auf dem Gipfel der Berge, 800 Yards über der Meeresfläche, des Nachts bey heller Witterung die Dünste so sehr sich verdichteten, daß er die Gläser seines Fernrohres von Zeit zu Zeit mit Tropfen bedeckt fand, und die Nässe des Papieres ihn hinderte, seine Beobachtungen aufzuzeichnen. Auch führet **Lulofs** an, daß bey Korhorn, einem Landgute bey Wassenaer, Wasser von den Dünen zu Künsten geleitet werde, worunter auch eine Wasserblase sey, welche bey langer Dürre zwar stille stehe, aber bey bevorstehendem Regen schon aufzuschwellen anfange, weil sich die überflüssige Feuchtigkeit der Luft an den Dünen niederschlage. Dabey versichert auch **Kästner** ähnliche Erfahrungen, wie **Halley**, in der Pläne um Leipzig gemacht zu haben.

Gegen **Halley's** Meinung vom Ursprunge der Quellen hat man diesen Einwurf gemacht, daß die höchsten Gebirge in Europa z. B. die Alpen, auf welchen die Donau, die Rhone, der Rhein und der Po entspringen, während der sechs Wintermonathe mit hohem Schnee bedeckt sind, daß folglich die Quellen auf solche Art nicht entstehen könnten, und die Flüsse ganz versiegen müßten; gleichwohl aber hätten die vier genannten Flüsse den ganzen Winter hindurch keinen Mangel am Wasser. Allein Herr **de Lüc** *) zeigt an der Stelle, wo er **Woodwarts** Hypothese von einem großen unterirdischen

*) Untersuchungen über die Atmosphäre. Th. 1. a. d. Franz. Leipz. 1776. 8. S. 155.

dischen Wasserbehälter widerlegt, daß diese vier Flüsse im Winter weit weniger Wasser als im Sommer enthalten, dahingegen die Seine, welche ihr Wasser aus niedrigen Quellen und zum Theil vom Regen erhält, im Winter weit mehr als im Sommer anschwillt. Auch versiegen die meisten Bäche der hohen Gebirge im Winter, die Quellen geben wenig Wasser und hören zum Theil ganz zu fließen auf; nur die Gletscher liefern eine geringe Menge Wasser, welches durch die Wärme des Bodens nach und nach von dem untern Eise abschmelzt. Sobald aber der Frühling zurückkehret, und der Schnee am Fuße der Gebirge schmelzt, so fangen die untern Bäche wieder zu fließen an; bey Annäherung des Sommers endlich sieht man allenthalben Bäche und Wasserfälle entstehen, welche den ganzen Sommer hindurch durch die erstaunliche Eismasse beständig in gleicher Stärke mit Wasser unterhalten werden, und die Flüsse reichlich damit versehen. Auch die Rhone steigt vom März bis zum August, und fällt eben so wieder in den Wintermonathen. Alle diese Erfahrungen widerlegen zwar den eben angeführten Einwurf gegen **Halley's** Meinung; allein es scheint doch daraus nicht zu folgen, daß die Verdichtung der Dünste an den Bergen die alleinige Ursache von der Entstehung der Quellen sey.

Ein anderer Einwurf gegen **Halley's** Meinung ist dieser, daß so viele Quellen entfernt von hohen Gebirgen am Fuße niedriger Hügel entspringen, wo also die Verdichtung hinreichender Dünste nicht Statt finden könne. So führet **Derham** *) das Beyspiel der Quelle bey Upmünster in Essex an, welche nicht mehr als 100 Fuß über der Meeresfläche liegt, und ihr reichliches Wasser aus einem 15 bis 16 Fuß höhern Hügel ziehet. Außerdem erwähnt er noch, daß man in ganz Essex keine Stelle antreffe, welche höher als 400 Fuß über der Meeresfläche läge, und gleichwohl sey eine Menge von Quellen und Bächen vorhanden.

Herr

*) Physicotheologie. B. II. Cap. 5.

Herr **Zube** *) leitet die Entstehung der Quellen mit **Vitruv** und **Mariotte** aus dem herabfallenden Regen- und Schneewasser ab. Er sagt, dieses Wässer fließe zum Theil nach tiefern Gegenden ab, zum Theil verdunste es, zum Theil ziehe es in die Erde. Je lockerer der Boden ist, um desto schneller dringt es in ihn ein. Sandige Flächen, auch wenn sie keinen merklichen Abhang haben, werden selbst nach dem stärksten Regen bald wieder trocken. Das Wasser dringt aber durch sein Gewicht so tief, als es nur kann, in die Erde, bis es auf eine steinige oder feste Erdschicht kommt, die es nicht weiter durchläßt. Von diesem Eindringen des Wassers in eine oft sehr große Tiefe sieht man die augenscheinlichsten Beweise in den meisten unterirdischen Höhlen, wie auch in den Erzgruben. Hier quillt es mehrentheils zwischen den Ritzen des Gesteines allenthalben in solcher Menge hervor, daß man die Gruben nur mit den größten Kosten davon befreyen kann. Wenn aber das unterirdische Wasser bis auf eine feste Schicht gekommen ist, welche es nicht weiter durchläßt, so häuft es sich in der unmittelbar darüber liegenden Erdschicht oft sehr stark an, und durchdringt dieselbe nach allen Seiten, besonders wenn sie locker und sandig ist. Daher findet man fast allenthalben sehr nasse Sandschichten, welche der **Seegrund** genannt wird, bald in einer größern, bald in einer geringern Tiefe unter der Erde. Sie liegen mehrentheils viel höher, als die nahen Bäche und Flüsse, zum Beweise, daß sie ihr Wasser nicht von diesen erhalten. Zuweilen besteht selbst die Oberfläche der Erde aus einer solchen nassen Sandschicht, wenn nahe unter ihr eine dem Wasser undurchdringliche feste Erdschicht liegt. Der Seegrund ist desto nässer, je mehr es regnet. Wenn er sich nahe unter Aeckern befindet, so macht er diese naß, unfruchtbar, und oft zum Anbau des Wintergetraides ganz ungeschickt. Wenn man in ihm ein Loch gräbt, so füllt sich dieses mehrentheils bald mit Wasser an, und daher haben

*) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. 1. Brief 16.

haben die meisten Brunnen ihr Wasser aus dem Seegrunde. Die unterirdischen nassen Schichten kommen oft irgendwo an der Oberfläche der Erde zum Vorscheine. Besonders geschiehet dieß in den Betten der Flüsse und in den Schluchten, wie auch an den Bergen. In solchen Gegenden dringt oft an den tiefsten Stellen der nassen Schichten das Wasser mit Gewalt heraus, und bildet Quellen. Die Quellen sind also als die Mündungen unterirdischer Seen anzusehen, und geben daher, auch wenn es eine Zeit lang nicht regnet, immerfort Wasser, weil jene Seen nach dem Regen oder Schnee sich auf ein Mahl füllen, und nachher ihr Wasser durch die Quellen nur langsam und allmählig verlieren. Indessen pflegen doch die meisten Quellen bey großer Dürre sehr merklich abzunehmen, ja zuletzt wohl gar zu vertrocknen, und nie ergiebiger zu seyn, als in den nässesten Jahreszeiten. Selbst dieser Umstand beweiset, daß sie bloß von dem Wasser der Atmosphäre der Erde unterhalten werden.

Die Quellen werden gewöhnlich unter den Bergen und Anhöhen, in den Betten der Flüsse, und selbst im Meere angetroffen. Das Regenwasser muß nämlich allezeit zuerst bis auf eine gewisse Tiefe in die Erde eindringen, und sich daselbst anhäufen, ehe es unter der Gestalt einer Quelle zum Vorschein kommen kann. Zwar gibt es zuweilen auch oben auf den Bergen Quellen, wie z. B. den Hexenbrunnen auf dem Brocken in den Harzgebirgen; allein auch diese liegen allezeit beträchtlich niedriger, als die höchsten Spitzen der Berge. Hohe Spitzen aber können, wenn sie auch von keinem großen Umfange sind, dennoch die Quellen hinlänglich mit Wasser versehen, da sie so oft von den Wolken bedeckt und getränkt werden.

Diese letzten Worte des Herrn **Hube** geben zu erkennen, daß er noch außer dem Regen- und Schneewasser eine andere Ursache der Quellen annehme, diese nämlich, daß sich, wie **Halley** behauptet, die im Luftkreise aufgestiegenen Dünste an den Bergen zu Wasser verdichten, und von selbigen eingesogen werden. Hierüber erkläret er sich an einem andern

Orte noch näher *). Er nimmt nämlich an, daß die Wolken, wenn sie ihre Elektricität verlieren, ihre Feuchtigkeit fahren lassen müssen. Hiervon, sagt er, überzeugt uns am deutlichsten die Erfahrung in gebirgigten Gegenden, wo die Gipfel der Berge von den Wolken, welche sie umhüllen, beständig sehr reichlich mit Wasser getränket werden, und die Wolken nach und nach gleichsam zerschmelzen. Dieß Wasser ist aber eine von den vornehmsten Ursachen der vielen Quellen und Bäche, die man an den hohen Bergen findet, und von der Fruchtbarkeit, welche diese Quellen in den umliegenden Gegenden verbreiten. Durch die Berge kommt überhaupt das Wasser, welches die Flüsse beständig von dem Lande dem Meere zuführen, von dem Meere wieder auf das Land zurück. Denn Wolken, die über dem Meere entstehen, werden oft von den Winden sehr weit weggeführet, ohne sich in Regen zu ergießen. Sobald sie aber über das Land kommen, und sich den Spitzen hoher Berge nähern, werden sie von diesen als elektrisirten Körpern angezogen, hängen sich an sie, und zerfließen hier entweder auf ein Mahl, oder ganz unmerklich nach und nach, indem sie durch die Berührung mit den Bergen ihre Elektricität verlieren.

Auch **de la Metherie** *ß*) nimmt die von **Mariotte** und **Halley** behaupteten Ursachen zur Entstehung der Quellen an. Er sagt, die Berge und das an dieselben angrenzende Land und die Hügel verdichten die Dünste, die Gipfel der Berge halten die Nebel auf; die Wolken setzen Feuchtigkeiten an die Berge ab, und das Regenwasser dringt in dieselben ein u. s. w. Alle diese Ursachen verschaffen den Bergen das Wasser, welches zur Bildung der Quellen nöthig ist. Nach des Herrn **de la Metherie** Meinung kommt es ganz auf die Verwandtschaft der Erden an, welche diese gegen das Wasser haben. Die Kalkerden haben, fährt er fort, nur wenig Verwandtschaft gegen dasselbe, und halten es nicht

*) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Brief 29.

ß) Theorie der Erde; a. d. Franz. Th. II. Leipz. 1797. 8. S. 260 u. f.

nicht zurück; die Kieselerde oder vielmehr der Quarzsand steht mit dem Wasser in gar keiner Verwandtschaft, und kann also auch nicht verhindern, daß es seinen Lauf weiter fortsetze; aber mit der Thonerde hat es eine andere Bewandtniß; das Wasser dringt in selbige ein, schwellt sie auf, und äußert eine starke Verwandtschaft gegen dieselbe; es kann daher durch Thonlager nicht hindurchfließen, und die Thone verhalten sich immer auf dieselbe Art gegen das Wasser, wenn sie auch nicht ganz rein sondern mit Sand, mit Kalk- oder Dammerde oder mit Eisenkalke u. s. f. vermischt sind; denn wenn sie sich nur in einer hinlänglichen Menge vorfinden, so werden sie immer dem Wasser ein Hinderniß in den Weg legen. Wenn nun ein Stück Land durch Regen, durch Wolken, durch Nebel angefeuchtet oder benetzt worden ist, so wird ein Theil des Wassers auf der Oberfläche desselben zusammenfließen; wenn es nicht in den Boden eindringen kann, so wird es sich nach den abschüssigen Seiten hinbegeben und sich unmittelbar in die Bäche, Flüsse, Ströme, Seen und Meere ergießen. Ein anderer Theil dieses Wassers wird die Erden durchdringen, und von denselben eingesogen werden. Von diesem Theile wird eine gewisse Menge sogleich wieder verdunsten, und zur Entstehung neuer Wolken Gelegenheit geben; eine andere Menge wird in die Pflanzen übergehen, das Wachsthum derselben befördern u. s. w. Der dritte Theil endlich wird in dieser Erde zurückbleiben, und sich, nachdem die Erde diese oder jene Beschaffenheit hat, und mehr oder weniger nahe gegen das Wasser verwandt ist, mit derselben verbinden oder auch durch sie hindurchgehen. Denn wenn die Erde ein wirklicher Quarzsand ist, so wird das Wasser schnell durchfließen; wenn sie von kalkartiger Natur ist, so wird es etwas in selbiger verweilen; wenn sie aber aus Thon oder Mergel bestehet, so wird es sich lange darin aufhalten. Dieses Wasser wird also die Erde eher oder später wieder verlassen, und sich, je nachdem der Boden mehr oder weniger geneigt ist, in die niedrigern Gegenden begeben. Wenn aber das Wasser endlich ein undurchdring-

liches Hinderniß findet, so wird es stehen bleiben, und dieses Hinderniß wird es nöthigen, sich anzuhäufen, wenn sich eine Vertiefung, eine Art von Kessel hier befindet, und so einen unterirdischen See bildet; das Wasser wird sich dann an diesem Orte immer mehr ansammeln und höher steigen, bis es endlich einen Ausgang findet, durch welchen es entweichen und dann an dem Abhange des Berges herabfließen wird. Wenn aber das Erdreich, durch welches das Wasser aufgehalten wird, keinen Kessel, sondern vielmehr eine schiefe Ebene ausmacht, so wird das Wasser dieser Fläche nachgehen, und endlich an den Orten, wo sich dieselbe endiget, Quellen bilden. Harte Steinmassen, welche keine Spalten haben, werden eben so wie die Thonschichten wirken; die Steine, aus welchen die ursprünglichen oder Granitgebirge bestehen, sind hart, haben fast gar keine Risse und verstatten dem Wasser keinen Durchgang; so bald als die durch die obern Erdschichten durchgesickerten Wasser zu diesen Steinen gelangt sind, werden sie also hier ein unüberwindliches Hinderniß antreffen, und folglich an den schiefen Ebenen, die überall nach der Oberfläche hingehen, zusammenfließen; hier werden nun Quellen aus denselben entstehen. Dieß ist der Grund, warum es von den ursprünglichen Gebirgen so zahlreiche Quellen gibt, die aber insgesammt nur klein sind. In den Gebirgen von zweyter Entstehung verhält sich die Sache anders. Die Steinbänke, aus welchen diese Gebirge zusammengesetzet sind, haben auf allen Seiten Spalten; das Wasser, welches sich in diese Spalten ergossen hat, kann also durch die Steine nicht aufgehalten werden, und es wird daher mehr oder weniger tief zwischen diese Bänke eindringen; überdem sind die Abhänge an diesen Bergen weniger steil, und das Wasser wird daher langsamer fließen u. s. w.; alle diese Umstände werden machen, daß hier die Quellen seltener sind; und da auch an diesen Orten die Erdlagen meistentheils aus Thon und Mergel bestehen, so werden sie die Wasser eine längere Zeit zurückhalten. Eben diese Thon- oder Mergelarten werden, wenn sie unmittelbar an einander

zusam-

zusammenhängen, dem Wasser ein unüberwindliches Hinderniß in den Weg legen; es wird sich in denselben, wie in einem Behälter, ansammeln, und wird nur dann, wenn es Spalten oder Risse in diesen Lagen gefunden hat, entweichen. Wenn dergleichen Thonschichten nach der Oberfläche der Erde hin abhängig sind, so werden die Wasser, die über diesen Schichten fließen, am untersten Theile derselben eine Quelle bilden; wenn aber eben diese Schichten keinen Ausgang an der Oberfläche der Erde, sondern vielmehr unter dieser Oberfläche haben, so werden die Wasser, da sie immer dem Abhange nachgehen, unterirdische Flüsse ausmachen, die endlich in großer Masse an den untersten Theilen ansehnlicher Berge auf die Oberfläche der Erde hervortreten werden; die Bewandtniß hat es mit den Wassern, welche die Quellen der Loire, des Brunnens von Vaucluse u. s. f. ausmachen; diese Quellen sind sehr ansehnlich.

Es ist gar nicht unmöglich, daß einige von diesen unterirdischen Strömen in den Schoß des Meeres übergehen, und die Quellen süßen Wassers, die man hier antrifft, bilden.

Mehrere Steinbänke der Gebirge von zweyter Art haben gar keine Risse, und es wird also auch kein Wasser in dieselben eindringen oder sich zwischen denselben verlieren können; aber diese Lagen, über welchen folglich das Wasser hinfließen wird, können mannichmahl eine Vertiefung haben, und so eine Art von Gefäß bilden, dessen Seitentheile dem Wasser gleichfalls den Durchgang versagen werden; das Wasser, das hier zusammenfließet, wird also wie in einem Canale stehen bleiben und immer höher treten, bis es endlich einen Ausgang findet. Auf diese Art bilden sich also die unterirdischen Gewässer, die man an manchen Orten antrifft. Mannichmahl bilden sich gleichsam zwey Canäle, von welchen der eine in dem andern steckt; einige Beobachter versichern, diese Erscheinung an mehreren Orten bemerkt zu haben. Shaw *) erzählet, daß man sich in den ungeheuren großen Ebenen, die es in dem Staate von Algier, fern

*) Reise in die Barbarey; franz. Uebers. Th. I. S. 169.

von Bergen, gibt, Wasser auf eine sehr weitläuftige Art verschafft.

Wenn man den Quellen nachgeht, so entdeckt man nur selten große innerliche Behälter, in welche sich Wasser sammelt; man ist in den Bergen und in den Bergwerken, z. B. zu Bex in der Schweiz, mehreren Quellen sehr weit nachgegangen, und man hat doch keine dergleichen Behälter finden können. Die meisten Quellen werden also durch feuchte und nasse Erde unterhalten, die ihre Feuchtigkeit dem Thau, den Nebeln oder dem Regen verdanken; denn diese Erde hält, je nachdem sie eine mehr oder weniger nahe Verwandtschaft gegen das Wasser hat, dasselbe stärker oder minder stark zurück; endlich aber verläßt das Wasser die Erde und fließt dahin, wo der Boden abhängig ist, und wenn es undurchdringliche Hindernisse antrifft, die sich bis an die Oberfläche der Erde ausbreiten, so tritt es hier zu Tage aus und bildet Quellen.

Auch kann man nicht zweifeln, daß die Quellen einen Theil ihres Wassers von den Wolken erhalten, die sich über der Erde und dem Meere bilden, und die in ihrem Gange von den hohen Bergen aufgehalten werden, und ihr Wasser in flüssiger oder fester Gestalt von sich geben.

Außer diesen angeführten Hypothesen von dem Ursprunge der Quellen, unter welchen diejenigen, welche **Mariotte** und **Halley** vorgetragen haben, den Vorzug verdienen, sind noch mehrere minder wahrscheinliche aufgestellet worden, von welchen nur noch einige anzuführen sind.

Cartesius *) nimmt an, daß unter der Erde eine Menge Höhlen sich befinden, welche durch unterirdische Canäle mit der See in Gemeinschaft stehen, und mit Meerwasser angefüllet werden; durch die innere Wärme wird nun dieses Wasser in Dämpfe verwandelt, welche durch die Oeffnungen der Gewölbe, womit die Höhlen bedecket sind, sehr hoch steigen, bis sie durch die Kälte wieder verdichtet und in Wasser umgebildet werden. Dieß Wasser kann nun durch

*) Princip. philosoph. P. IV. §. 64 sq.

durch die kleinen Oeffnungen nicht wieder zurückkehren, sammelt sich folglich in Adern an, deren mehrere sich vereinigen, und als Quellen ausbrechen, einzeln aber beym Brunnengraben in der Tiefe angetroffen werden. Diese Hypothese hat **Rohault** [α]) umständlich vorgetragen, und ist von **Kühn** [β]) wieder erneuert worden. Auch selbst **de la Metherie** hält es nicht für unwahrscheinlich, daß unter gewissen Umständen, als z. B. durch das Feuer der Vulkane, ein Theil des innern Wassers verflüchtiget, und durch Verdichtung des Wasserdampfes an der innern Oberfläche der Berge zur Bildung einiger Quellen verwendet werden könne. Nach **Kircher** [γ]) haben die unterirdischen Höhlen Decken, welche den Helmen der Destillirkolben ähnlich sind, an denen sich die aufgestiegenen Dämpfe zu Tropfen verdichten, und an den Seiten bis in die daselbst befindlichen Behältnisse und Canäle ablaufen. Auf solche Art soll das Seewasser durch eine wirkliche Destillation von seinem Salze befreyet, und die Ursache der Quellen werden.

Perrault [δ]) hält dafür, daß die Quellen aus verschiedenen Ursachen zugleich entstehen. Nach ihm rühren die Flüsse unmittelbar aus dem Regen- und Schneewasser, welches von den Anhöhen zusammenfließet, und sich in große Massen vereiniget, die Quellen und Brunnen des platten Landes hingegen von dem ausgetretenen Flußwasser, welches in die Erde einsickere, in ihren Höhlen bleibe und nach und nach wieder zu den Flüssen zurückkehre. Was aber die Quellen auf den Bergen und über den Oberflächen der Flüsse betrifft, so behauptet er, daß das innere Wasser der Höhlen in Dampfform in die Höhe steige, und daselbst durch Kälte wieder verdichtet werde. Diese seine Behauptung gründet er auf folgende Beobachtungen: es wurden auf dem Berge Odmilorst in Slavonien Steine gebrochen; sobald

 man

α) Phys. P. III. c. 10.
β) Gedanken vom Ursprunge der Quellen und des Grundwassers. Berlin 1746. 8.
γ) Mund. subterran. Tom. I. L. V. cap. I.
δ) Oeuvres diverses. Tom. II. p. 737 sq.

man in eine Tiefe von 10 Fuß gekommen war, brach durch die Spalten ein starker Dampf mit unglaublicher Geschwindigkeit hervor, welcher 13 Tage anhielt; nach drey Wochen endlich waren alle Quellen vertrocknet. Ferner, eine Meile von Paris hatten die Carthäuser eine Mühle, welche Mangel am Wasser hatte, als man in der Gegend eine neue Steingrube angeleget hatte, aus deren Ritzen ein starker Dampf hervordrang. Diese Steingrube wurde von den Carthäusern gekauft, welche die Spalten verstopften, wodurch sie die gewöhnliche Wassermenge wieder erhielten. Wenn diese Beobachtungen mit gehöriger Genauigkeit sind angestellet worden, so bestätigen sie die Meinung des **de la Metherie**, daß einige Quellen von den in die Höhe gestiegenen Dämpfen der innern Wasser entstehen können. Daraus folgt aber noch nicht, daß alle Quellen auf diese Art entspringen.

Varenius [a]) und **Derham** [b]) nehmen an, das innere Wasser steige durchs Anhängen bis auf die Spitzen der Berge, wie in Haarröhren, Schwämmen oder in einem Haufen feinen Sandes, welcher in einer Schüssel voll Wasser stehet. **Kircher**, welchem diese Meinung schon bekannt war, sucht sie noch mehr durch folgenden Versuch wahrscheinlich zu machen: ein Säulchen von Gyps, welches aufrecht ins Wasser gestellt, und oben wie eine Schüssel ausgehölet wird, soll das Wasser in die Höhe ziehen, und oben in der Höhlung sammeln. Allein dieser Versuch ist nur von **Kirchern** ersonnen, es steigt zwar das Wasser auf, aber in der gemachten Höhlung sammelt sich nichts, wie **Lulofs** durch mehrere Proben gefunden hat. **Perrault** füllte eine bleyerne Röhre mit trockenem durchgesiebten Flußsande, stellte sie aufrecht vier Linien tief ins Wasser, und fand nach 24 Stunden den Sand 18 Zoll hoch angefeuchtet. Um nun zu erfahren, ob auch dieses Wasser seitwärts ablaufen, und auf solche Art eine Quelle bilden könne,

a) Geograph. genera. cap. 16. propos. 5.
b) Physicotheologie. B. II. Cap. 5.

könne, verband er die bleyerne Röhre mit einer schiefen Seitenrinne, welche ebenfalls trockenen Sand enthielt, und legte darunter Löschpapier. Dieses wurde aber kaum feucht, und es zeigte sich gar kein Abtröpfeln des Wassers. Wenn er die bleyerne Röhre mit grobem Sande und kleinen Kieseln füllte, so zog sich die Flüssigkeit nur 10 Zoll hoch. Unter dem Artikel, **Haarröhren**, ist gezeiget worden, daß zwar das Wasser in selbigen aufsteiget, alsdann aber stille stehet, indem die Kraft der Adhäsion mit dem Gewicht der höhern Wassersäule das Gleichgewicht hält; es kann daher unmöglich seitwärts ablaufen. Auf der Spitze des Tafelbergs am Cap de bonne Esperance entspringen viele Quellen 1857 Fuß, oder 22284 Zoll über der Meeresfläche. In einem Haarröhrchen vom Durchmesser 0,06 Zoll steigt nun das Wasser 0,61 Zoll hoch, und in andern Haarröhren verhalten sich die Höhen des Aufsteigens umgekehrt, wie die Durchmesser der Weiten; wenn also das Aufsteigen des Wassers bis zur Spitze des Tafelberges erfolgen sollte, so müßten Haarröhren von $\frac{366}{222840000}$ oder $\frac{1}{608853}$ Zoll angenommen werden, welches mit der Natur der Sache ganz zu streiten scheinet.

Indessen ist es doch möglich, daß an niedrigen Orten nicht weit vom Meere entfernt aus Durchseihung des Meerwassers Quellen entstehen können. Als Cäsar Alexandrien belagerte, ließ er am Ufer Brunnen graben, und fand trinkbares Wasser α). Auch sind Quellen bekannt, welche mit der Ebbe und Fluth abnehmen und wachsen, dergleichen schon **Plinius** β) in der Gegend von Cadix und an mehreren Orten in Spanien, **Varenius** γ) in Wallis und Island, und **Dodart** δ) bey Calais erwähnen. Auch erzählet **Norwood** ε), daß es auf den bermudischen Inseln Brunnen gebe, welche mit dem Meere steigen und fallen, ihr Wasser mag salzig oder frisch seyn, je nachdem die durchseihende

α) *Hirtius* de bello Alexandr. cap. 8. 9.
β) Histor. natural. Lib. II. cap. 97.
γ) Geogra. general. cap. XVII. propos. 17.
δ) *Du Hamel* hist. acad. reg. scient. Sect. II. cap. 3. §. 2.
ε) Philosoph. transact. no. 30. p. 656.

seihende Materie dicht sey; in der Tiefe aber finde man Salzwasser. Der P. **Labat** α) führet an, daß man in allen sandigen Bayen süßes Wasser finde, von welchen auch **Lulofs** Beyspiele aus der Gegend von Bergopzoom und sonst aus den Niederlanden erwähnet. Dieses Wasser hält aber P. **Labat** für Regenwasser, welches in den sandigen Boden eindringe, und wegen des geringern specifischen Gewichtes über dem salzigen Seewasser stehen bleibe, weil man bey tieferm Graben bis zur Meeresfläche das salzige Wasser wieder finde. Diese Meinung des P. **Labat** scheint auch Grund zu haben, weil sich das salzige Meerwasser durch bloßes Filtriren nicht trinkbar machen läßt. M. s. **Meer.** Inzwischen mag es hiermit eine Bewandniß haben, welche es will, so läßt sich auf alle Fälle die Meinung des Aufsteigens des Wassers wie in Haarröhren gar nicht annehmen. Gesetzt nämlich, es wäre (groß angenommen) die Tiefe des Meeres 100000 Fuß, und das specifische Gewicht des Meer- und des süßen Wassers verhielte sich wie 103 : 100, so würde doch das süße Wasser nie eine Höhe von 103000 Fuß erreichen, um mit dem salzigen Meerwasser von 100000 Fuß Höhe das Gleichgewicht zu halten; mithin könnte es über die Meeresfläche nie über 3000 Fuß steigen; gleichwohl findet man aber Quellen, welche über der Meeresfläche mehr als 12000 Fuß hoch liegen.

Woodward β) hält die Erde für eine hohle mit einer großen Menge von Wasser angefüllten Kugel. Ihre ganze Masse erhält sich immer auf einem beständigen Wärmegrade, welcher groß genug ist, um eine beständige Ausdünstung des innern Wassers zu unterhalten. Diese Dünste dringen durch die Erdschichten, und verdichten sich zum Theil wieder. Wenn dieses erst in der Höhe geschiehet, so läuft das daher entstandene Wasser von oben herab in die Bäche; erfolget es aber in Schichten, welche dem platten Lande gleich liegen, so entstehen daraus stillstehende Wasser oder Quellen.

α) Voyage aux Isle franç. de l'Amerique Tom. V. ch. 13. p. 307.
β) Historia natur. telluris Lond. 1695. 8.

Quellen. Die innere Wärme und die Menge der aufsteigenden Dämpfe ist stets einerley, die Verdichtung hingegen, welche von dem Einflusse der äußern Wärme abhängt, ist wegen der verschiedenen Grade auch verschieden. Herr de Lüc *) hat umständlich gezeigt, daß diese Theorie der Erfahrung ganz entgegen ist. Wäre die Verdichtung der aufgestiegenen Dämpfe, welche von dem äußern Wärmegrade abhängt, die Ursache der Quellen, so müßten die Flüsse im platten Lande den Sommer hindurch das meiste Wasser haben, weil sich alsdann mehrere Dämpfe in den Luftkreis erheben, und durch den Regen herabfallen würden; diejenigen hingegen, welche von hohen Bergen kommen, müßten sogleich von ihren Quellen an im Winter sehr zunehmen, weil sodann die Verdichtung auf den hohen mit Schnee bedeckten Bergen sehr schnell und stark erfolgen würde. Die Erfahrung lehret aber gerade das Gegentheil.

Das Quellwasser ist in Ansehung der Reinigkeit und des Gehalts gar sehr verschieden. Ohne Zweifel rührt diese Verschiedenheit von den mancherley Erdschichten her, durch welche es dringt, und von welchen es Bestandtheile auflöset und mit sich fortführet. Diejenigen Quellen, welche noch das reinste Wasser geben, sind diejenigen, welche auf ansehnlichen Höhen entspringen, und nur durch wenige Erdschichten hindurchgedrungen sind. Je reiner das Wasser ist, desto weniger läßt es Bodensatz in Gefäßen, und Rückstand beym Destilliren, und kömmt am specifischen Gewichte dem Regenwasser am nächsten. Das gewöhnliche Quell- oder Brunnenwasser führet Gyps, rohe Kalkerde durch Luftsäure aufgelöset, und einige salzige Theile bey sich. Manches Quellwasser, welches viele Kalkerde enthält, incrustirt hineingelegte Sachen, und erzeuget beym Herabtröpfeln die Stalactiten. M. s. Höhlen.

Bey vielen Quellen ist die Menge des abfließenden Wassers zu allen Zeiten beynahe immer gleich, bey andern hingegen abwechselnd. Dieß hat die Eintheilung der Quellen in

*) Untersuchung über die Atmosphäre. Th. I. §. 154 f.

in gleichförmige (perennes) und **periodische**, die letztern wieder in **intermittirende**, oder solche, welche auf eine gewisse Zeit zu laufen aufhören, und **abwechselnde** (reciproci) oder solche, welche am Abfluß des Wassers bald zunehmen, bald abnehmen, veranlasset. Die intermittirenden Quellen werden bey anhaltendem Regen oder geschmolzenem Schnee eine Zeit lang gleichförmig, oder unordentlich. Eine zahlreiche Menge von solchen Quellen, welche nur zu gewissen Jahreszeiten fließen, gibt es an vielen Orten. Viele fließen aber des Tages nur zu gewissen Stunden nicht. So führt **Plinius** *) eine Quelle beym **Lago di Como** (lacus larius) an, welche Stundenweise ab- und zunehme. **Astruc** †) erzählet von einer Quelle bey Fonteston oder Fontestorbe in Mirepoix, daß sie gewöhnlich 36 Minuten 35 Sekunden fließe und 32 Minut. 30 Sekund. aussetze. Er führet noch mehr Brunnen dieser Art an, z. B. den von Fonsanche zu Nismes, welcher täglich etwas über 7 Stunden fließet, und 5 Stunden aussetzet, einige in Savoyen und Poitou, und die Quelle Colmar in Provence, welche alle Mahl in der siebenten Minute zu fließen aufhöret. Die letztere, deren Wasserstrahl die Dicke eines Armes hat, ward 1755 bey dem Erdbeben, welches Lissabon zerstörte, fortfließend, und fing erst 1763 von neuem auszusetzen an. Auch erwähnet **Scheuchzer** in seinen Alpenreisen solcher aussetzenden Quellen in der Schweiz.

Die intermittirenden Quellen werden auf verschiedene Art erkläret. Solche Quellen, welche nur zu gewissen Jahreszeiten Wasser geben, scheinen sehr wahrscheinlich von der Menge des Regen- und Schneewassers abzuhangen. Ist hingegen das Ausbleiben des Wassers auf kürzere Zeit eingeschränket, so glaubt man gemeiniglich, daß dergleichen Quellen von einem Wasserbehälter abstammen, welche von obenher gefüllt, und seitwärts durch heberförmige Canäle wieder ausgeleeret werden. Durch diese Heber wird das

Wasser

*) Histor. natural. Lib. II. cap. 103.

†) Histor. natur. de Languedoc.

Wasser in dem Behälter bis an die wägrechte Fläche ihres Verbindungspunktes leer gemacht; alsdann hören sie zu fließen auf, und fangen erst wieder zu laufen an, wenn der Schenkel am Behälter bis auf seinen höchsten Punkt gefüllt ist, wobey nothwendig eine gewisse Zeit wegen des nöthigen Zuflusses am Wasser erforderlich ist. Diese Zeit wird alsdann kürzer werden, wenn der Wasserzufluß stärker ist; ja es kann dieser so groß werden, daß eben so viel Wasser ersetzet wird, als durch die Quelle abfließt, in welchem Falle letztere fortfließend wird. Hat der Wasserbehälter einen solchen heberförmigen Canal, welcher von der Quelle ab an einen andern Ort führet, so kann selbige bey trockenem Wetter fließen, und beym Regenwetter vertrocknen. M. s. Heber.

Es gibt auch Quellen, deren Wasser wie ein Springbrunnen oft mehrere Fuß über den Erdboden hervorspringen. So ist eine solche zu St. Venant in der Provinz Artois, welche sechs Fuß hoch springt, und aus einer Tiefe von ungefähr 200 Fuß kommt; man machte nämlich mit einem eisernen Stabe ein Loch in den Boden, und sobald man das Eisen wieder herausgezogen hatte, sprang Wasser hervor. Dieser natürliche Springbrunnen hat nun schon seit 50 Jahren ununterbrochen Wasser gegeben, ob er gleich nicht in Wände gefaßt ist. Auch bey Modena hat man Gelegenheit, ähnliche Beobachtungen anzustellen. Man gräbt die Brunnen bis zu einer Tiefe von 63 Fuß, man macht dann ein Loch in eine 5 Fuß dicke Thonlage, und sobald diese Thonlage durchbohrt ist, springt das Wasser mit Gewalt hervor, und der Brunnen füllt sich fast bis an seinen obersten Theil damit an; das Wasser fließt dann ohne Unterlaß fort. Diese Erscheinungen kann man nach **de la Metherie** nicht anders erklären, als daß man zwey Thonlagen annimmt, die durch Zwischenerdreich von einander getrennt sind; in diesem Erdreich sammelt sich das Regenwasser an, und bleibt alsdann zwischen den beyden Thonlagen, wie in einer Röhre, stehen.

Gewöhnlich frieren im Winter die Quellen nicht zu und im Sommer geben sie kühles Wasser. So führet **Chazas** α) einige Quellen in Frankreich an, welche im heißesten Sommer eiskalt sind, obgleich ihr Wasser dem Sonnenschein ausgesetzet ist. Auch erwähnet **Bergmann** schwedischer Quellen, deren Temperatur nur wenig über dem Gefrierpunkt, und in der Tiefe noch kälter ist. Von den heißen Quellen s. m. den Artikel, **Bäder**.

Lulofs gibt auch noch einige Quellen an, deren Wasser Feuer fangen, und welche daher **Feuerfangende Quellen** genannt werden. Dergleichen sind die des dodonäischen Jupiters β), die auf dem Montmerveille in Polen, die Perretta Nova in Italien γ) und verschiedene in England δ). Aller Wahrscheinlichkeit nach rührt diese Eigenschaft von der brennbaren Sumpfluft, oder auch von der auf dem Wasser schwimmenden Naphta oder Bergöl her.

Endlich gibt es noch hin und wieder salzige Quellen, aus deren Wasser nach vorher geprüftem Gehalte gemeines Küchensalz gesotten wird. Mehrentheils übertreffen sie am Salze das Meerwasser, und es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Quellen aus Schichten von Steinsalz, oder aus Erdschichten, welche vom Salz durchdrungen sind, hervorkommen. Außer dem gewöhnlichen Salze erthalten sie meistentheils noch Gyps und salzsaure Bittererde, welche durch die Gradirhäuser abgesondert wird.

M. s. **Lulofs** Einleit. zur mathemat. und physikal. Kenntniß der Erdkugel, a. d. Holländ. durch **Kästner**. Götting. und Leipz. 1755. 4. S. 295 f. **Bergmann** physikal. Beschreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. von **Röhl**. Greifsw. 1780. 8. B. I. S. 276 u. f. **De Lüc** Untersuchungen über die Atmosphäre, a. d. Französ. Leipz. 1776. 8. Th. I. §. 154 u. f. **De la Metherie** Theorie der Erde, aus

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1693. p. 71 sq.
β) *Plinius* hist. natur. Lib. II. c. 103.
γ) Commentat. Bonon. p. 119 sq.
δ) Philosoph. transact. num. 26. p. 482. num. 334. p. 475.

aus dem Französ. durch Eschenbach. Th. II. Leipz. 1797. 8. S. 260 u. f.

X.

Rad an der Welle (axis in peritrochio, axe de la tambour). Wenn eine cylindrische Axe (fig. 15.) ki senkrecht durch eine Scheibe dlno gehet, und an derselben also befestiget ist, daß sie sich zugleich mit der Axe herumdrehen muß, so heißt diese ganze Einrichtung ein **Rad an der Axe** und die cylindrische Axe die zum Rad gehörige **Welle**. Damit nun die Welle sammt dem Rade gehörig in Umlauf gebracht werden könne, so versieht man gewöhnlich die Welle an beyden Enden a und b mit Zapfen, die in eingeschnittenen oder gebohrten Zapfenlagern ruhen müssen. Dieses Werkzeug ist eine von den Maschinen, welche zu den einfachen Potenzen des **Pappus** gehören. M. s. **Potenzen**. Wenn am Umfange der Welle ein Seil befestiget ist, so wird sich selbiges darauf aufwickeln, wenn das Rad in Umlauf kommt. Es läßt sich daher mittelst dieses Seils eine Last in die Höhe ziehen, wenn eine Kraft das Rad auf irgend eine Art in Bewegung bringt.

Es ist aber nicht nothwendig, daß ein wirkliches Rad an der Welle sich befindet; öfters ist es zur Absicht hinreichend, wenn nur eine an der Welle angebrachte Kraft also wirket, daß derselben Richtungslinie von selbiger gleich weit entfernet bleibet. Aus diesem Grunde kann man alle so genannten **Winden** hieher rechnen. Man versteht nämlich unter einer **Winde** eine Welle, auf welcher einige Arme (fig. 16.) ac, dc, bc, ec senkrecht befestiget sind, welche Menschen fortschieben, und dadurch die ganze Welle in Umlauf bringen können. Alsdann liegt die Welle entweder horizontal oder vertikal, da sie im ersten Falle eine **Kreuzhaspel** (sucula), und im zweyten eine **Erdwinde** oder **Göpel** (ergata) genannt wird. Es kann ferner an der Welle ein wirkliches Rad sich befinden, auf dessen Umfange so genannte **Zapfen oder Hörner** senkrecht eingesetzet sind, und in

in solchem Falle heißt sie eine **Radhaspel.** Auch die Kurbel hat die Natur eines Rades, wenn an der Welle ein gerader oder krummer Arm so befestiget ist, daß an der Handhabe ein Mensch mit der Hand drehen, und auf diese Weise die Welle in Umlauf bringen kann.

Die ganze Theorie des Rades an der Welle gründet sich auf die vom Hebel. Man setze nämlich, die Richtungslinie (fig. 15.) de der Kraft p berühre die Peripherie des Rades in dem Punkte d, und die Last q den Umfang der Welle in dem Punkte g; ferner setze man, der Halbmesser des Rades cd treffe die Welle in dem Punkte m, und eine Kraft f = q ziehe nach der auf cd senkrechten Richtung mf, mithin der de der Kraft p entgegen, so wird, weil in c der Ruhepunkt ist, p : f = mc : dc oder p : f = hg : dc sich verhalten, wenn beyde p und f im Gleichgewichte seyn sollen. Weiter ziehe eine Kraft r = q = f an g nach der Richtung gr, welche der von q gerade entgegengesetzet ist, so sind nicht allein r und q, sondern auch r und f für sich im Gleichgewichte; demnach kann man r und f wegnehmen, und es muß noch p und q im Gleichgewichte bleiben, wenn p : q = hg : dc sich verhält, d. h., **wenn sich die senkrecht wirkende Kraft zur Last umgekehrt verhält, wie der Halbmesser der Welle zum Halbmesser des Rades.**

Würde die Kraft p nicht nach der Tangente ed, sondern nach der Richtung dx auf den Halbmesser cd schief wirken, so müßte sich die Kraft p zur Last q verhalten, wie hg : cy, da alsdann cd : cy = 1 : sin. cdy ist, folglich würde im Falle des Gleichgewichtes p : q = hg : cd. sin. cdy seyn.

In allen Fällen ist daher das Moment der Last = q . hg, das Moment der Kraft beym senkrechten Zuge = p . dc, und beym schiefen = p . cd . sin. cdy. Weil nun sin. cdy beständig kleiner als 1 ist, so hat die schief ziehende Kraft alle Mahl ein geringeres Moment, oder sie kann weniger ausrichten, als eine gleich große senkrecht ziehende.

Wenn

Wenn die Kraft p als ein Gewicht betrachtet wird, welches am Umfange des Rades befestiget worden, so wird es bey einem Umlaufe des Rades so tief sinken, als die Peripherie desselben beträgt, das Gewicht q aber würde um eine Höhe steigen, die so groß als die Peripherie der Welle wäre. Weil nun $hg : cd = 2\pi . hg : 2\pi . cd$, so ist auch $p : q = 2\pi . hg : 2\pi . cd$, d. h., die Kraft p verhält sich zur Last q umgekehrt, wie der Weg der Last zum Wege der Kraft. Es findet daher auch hier, wie bey allen übrigen Maschinen, der Satz Statt, daß man an Geschwindigkeit der Last eben so viel verlieret, als man an Kraft gewinnt.

Bey allen Arten von Winden ist gewöhnlich die Stelle, an welcher die Kraft unmittelbar angreift, von dem Mittelpunkte des Querschnittes der Welle nicht weit entfernet, so daß sie folglich beym Umlauf der Welle keinen beträchtlichen Kreis beschreibet, daher auch die Winden meistentheils nur durch Kräfte der Menschen in Bewegung gebracht werden. Allein eine Menge anderer Maschinen erfordern zu ihrer nöthigen Bewegung, ohne zu großen Aufwand von Kräften vorauszusetzen, Räder an den Wellen, die beträchtlich groß sind, an welchen außer den Kräften der Menschen auch Kräfte der Thiere oder anderer lebloser Dinge vortheilhaft angebracht seyn können.

Soll nämlich ein an einer wagrecht liegenden Welle befestigtes vertikales Rad durch fließendes Wasser in Umlauf gebracht werden, so kann dieß auf doppelte Art geschehen; ein Mahl, wenn es unter dem Rade wegfließt, und an die an dem Umfange des Rades befestigten Breter, welche Schaufeln genannt werden, anstößt, und das andere Mahl, wenn es von oben herab auf das Rad fällt. Im ersten Falle treibt das Wasser das Rad vor sich her, und der Umlauf des Rades kann bloß aus dem Stoße des Wassers gegen die Schaufeln beurtheilet werden; ein solches heißt alsdann ein **unterschlächtiges Wasserrad**. Im zweyten Falle aber wird der Kranz des Rades von der innern Seite

geschlossen, und die Schaufeln werden zwischen zweyen Scheiben so eingesetzet, daß sie schräg auswärts stehen, und das Wasser als so viele Wasserbehälter auffangen, woraus es alsdann erst wieder ausläuft, wenn sie beym Umlaufe des Rades beynahe die unterste Stelle erreichet haben. Ein solches Rad, welches nun vorzüglich durch das Gewicht des in den Wasserbehältern aufgefangenen Wassers in Umlauf kommt, heißt ein **oberschlächtiges Wasserrad.**

Bey dem unterschlächtigen Wasserrade kömmt es vorzüglich auf das ganze Gefälle des Wassers an, welches gegen die unterste noch ruhende Schaufel stößt. Setzt man dieß Gefälle $= \varphi$, und die Geschwindigkeit, welche dieser Höhe zugehöret, $= \alpha$, so hat man $\alpha = 2\sqrt{g\varphi}$ (m. s. **Fall der Körper** Th. II. S. 319.). Trifft nun das Wasser, welches über den so genannten Fachbaum herabstürzt, die untere noch ruhende Schaufel, so entsteht aus dem Anstoß ein Druck, welcher so groß ist, als das Gewicht einer Wassersäule, deren Grundfläche mit der Fläche der Schaufel, und deren Höhe mit derjenigen einerley ist, wovon ein schwerer Körper fallen muß, um mit dem anschlagenden Körper einerley Geschwindigkeit zu erhalten. Diese Höhe ist also hier das ganze Gefälle des Triebwassers. Setzt man demnach die Schaufelfläche $= \beta$, das specifische Gewicht des Wassers $= \gamma$, so ist der Stoß des Triebwassers gegen die noch ruhende Schaufel $= \beta . \gamma . \varphi = \frac{\beta . \gamma . \alpha^2}{4g}$. Wenn aber das Rad schon umläuft, mithin die Schaufel mit einer gewissen Geschwindigkeit ausweicht, so kann der Stoß des Wassers nicht mehr so stark dagegen wirken. In diesem Falle müßte man die Geschwindigkeit der Schaufel von der Geschwindigkeit des Wassers subtrahiren, diese Differenz würde alsdann die relative Geschwindigkeit des Triebwassers seyn. Wäre demnach die absolute Geschwindigkeit des Wassers $= \alpha$, und die der ausweichenden Schaufel $= \delta$, so ist die relative Geschwindigkeit des Wassers $= \alpha - \delta$, und der Druck des Wassers

gegen

gegen die ausweichende Schaufel $= \frac{\beta . \gamma (\alpha - \delta)^2}{4 g}$. Bey der vortheilhaftesten Einrichtung eines unterschlächtigen Wasserrades müßte auch das Bewegungsmoment am größten ausfallen; um aber dieses zu suchen, muß man jene Formel unter der Voraussetzung, daß δ ganz allein als eine veränderliche Größe zu betrachten ist, differenziiren, und das Differenzial $= 0$ setzen; man wird alsdann $\delta = \frac{1}{3}\alpha$ finden. Weil also das Bewegungsmoment am größten ausfallen muß, wenn die Geschwindigkeit der Schaufeln $\frac{1}{3}$ von der Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers beträgt, so wird das Triebwasser gegen die ausweichende Schaufel nur mit $\frac{2}{3}$ seiner Geschwindigkeit $= \frac{2}{3}\alpha$ anstoßen. Es ist daher eben so viel, als wenn das Rad ruhete, und das Wasser nur $\frac{2}{3}$ seiner Geschwindigkeit hätte. Der ganze Stoß ist $\beta . \gamma \frac{(\alpha - \delta)^2}{4 g}$; setzt man $\delta = \frac{1}{3}\alpha$, so ist der relative Stoß, welchen das fließende Wasser gegen die ausweichenden Schaufeln ausübet, $= \beta . \gamma \frac{(\frac{2}{3}\alpha)^2}{4 g} = \frac{\beta . \gamma . \frac{4}{9}\alpha^2}{4 g} = \frac{1}{9} . \frac{\beta . \gamma . \alpha^2}{g}$; also ist das möglichst größte Bewegungsmoment eines unterschlächtigen Wasserrades $= \frac{1}{3}\alpha . \frac{1}{9} . \frac{\beta . \gamma . \alpha^2}{g} = \frac{1}{27} . \frac{\alpha^3}{g}$. $\beta . \gamma$. Es sey z. B. das ganze Gefälle $= 4$ Fuß $= \varphi$, so ist die Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers $= 2\sqrt{15,625 \times 4} = 15,78$ Fuß $= \alpha$; ist nun so viel Wasserzufluß vorhanden, daß die Schaufel 5 Quadratfuß $= \beta$ gemacht werden kann, so beträgt das größte Bewegungsmoment, wenn $\gamma = 66$ Pfund gesetzet wird, $= \frac{1}{27} . \frac{15,78^2}{15,625} . 5 . 66 =$ 3074 Pfund.

In Ansehung des oberschlächtigen Wasserrades hat es noch bis jetzt große Schwierigkeiten, die Umstände zu bestimmen, unter welchen das Bewegungsmoment der Kraft

am größten ausfallen müsse. Gewöhnlich nimmt man an, daß diese Einrichtung am vortheilhaftesten sey, wenn die Geschwindigkeit des Rades der Geschwindigkeit des Wassers gleich ist, da alsdann das Gewicht des Wassers allein ohne Stoß wirket.

Es kann das Rad an der Welle auch so eingerichtet seyn, daß am innern oder äußern Umfange oder auf der Ebene des Rades Menschen oder Thiere treten können, um selbiges mit der Welle auf diese Weise in Umlauf zu bringen. Ein solches Rad heißt überhaupt ein **Lauf-** oder **Tretrad**. Nun kann die Welle eines solchen Rades entweder horizontal, oder gegen den Horizont schief liegen, da es alsdann im ersten Falle ein vertikales und im zweyten ein **schief liegendes Tretrad** genannt wird. Wenn (fig. 17.) c der Mittelpunkt und ce = cd der Halbmesser des vertikalen Tretrades ist, so kann der Winkel ecd nicht über 30 Grade seyn, wenn ce vertikal und d die Stelle ist, wo die Personen am innern Umfange des Rades arbeiten. Zieht man nun aus dem Punkte d die Vertikallinie db, so ist bc die Entfernung der Kraft von dem Mittelpunkte des Rades, und gerade so groß als die Hälfte des Halbmessers des Rades. Wenn man demnach das Gewicht der in d arbeitenden Personen mit der Hälfte des Halbmessers multipliciret, so erhält man das statische Moment der Kraft, und es ist eben so gut, als wenn am Umfange des Rades nach der Richtung der Tangente eine Kraft wirkte, welche der Hälfte des Gewichtes der in d arbeitenden Personen gleich ist. Die Geschwindigkeit, womit die arbeitenden Personen fortschreiten, kann höchstens 2 Fuß auch wohl nur $1\frac{1}{2}$ Fuß seyn. Multipliciret man also diese Geschwindigkeit mit der Hälfte des Gewichtes der in d arbeitenden Personen, so gibt das Produkt das mechanische Moment der Kraft an. Gebrauchet man Thiere, um das vertikale Tretrad in Umlauf zu bringen, so können diese höchstens um den dritten oder auch nur den vierten Theil des Halbmessers fortschreiten. Demnach würde der Erfolg eben so seyn, als wenn am Umfange

des

des Rades eine Kraft nach der Richtung der Tangente wirkte, welche dem dritten Theile oder auch wohl nur dem vierten Theile des Gewichtes der arbeitenden Thiere gleich wäre; also findet man hier das mechanische Moment der Kraft, wenn man den dritten auch wohl den vierten Theil des Gewichtes der Thiere mit ihrer Geschwindigkeit multipliciret. Wäre außerhalb des Rades ein Gerüste angebracht, auf welchem arbeitende Personen oder auch Thiere am Umfange des Rades wirken und dadurch das Rad in Umlauf bringen könnten, so würden die Personen zwar beynahe mit ihrem ganzen Gewichte arbeiten, allein die Geschwindigkeit der Bewegung würde merklich geringer werden; bey den Thieren aber, welche entweder nur mit den Vorderfüßen oder mit den Hinterfüßen allein auf den äußern Umfang des Rades treten, und daher höchstens mit der Hälfte ihres Gewichtes wirken können, ist der Vortheil, welchen man dadurch zu erhalten gedenket, eben so groß nicht.

Ein schief liegendes Tretrad wird alsdann vorzüglich gebrauchet, wenn ein ansehnlich schweres Thier langsam arbeiten, und selbiges durch Fortschreiten in Umlauf bringen soll. Dieses Thier wird ungefähr mit dem dritten oder vierten Theile seines Gewichtes wirken, und die Bewegung desselben auf 2 Fuß gerechnet werden können. Man findet also das mechanische Moment der Kraft, wenn man den dritten oder auch nur den vierten Theil des Gewichtes des Thieres mit seiner Geschwindigkeit multipliciret.

Auch kann an der Welle ein Zugbaum von etwa 10 bis 12 Fuß Länge befestiget seyn, an welchem ein oder ein Paar Pferde angespannt werden können, die beständig in einem Kreise herumgehen müssen, um die Welle in Umlauf zu bringen.

Endlich läßt sich eine Welle durch den Stoß des Windes der an selbiger befestigten Windflügel in Umlauf bringen. Ein solcher Windflügel hat gewöhnlich die Form eines Vierecks, dessen Länge um ein ansehnliches größer als die Breite ist. Man hat durch Erfahrung wahrgenommen,

daß vier solche Windflügel, deren Mittellinien gegen die Axe der Welle, woran sie befestiget werden, unter rechten Winkeln zusammenstoßen, bey einer Maschine sehr gute Dienste thun. Durch den viereckten Kopf der Hauptwelle werden zwey lange hölzerne Bäume, welche **Windruthen** genannt werden, so durchgesteckt, daß sie gegen einander und gegen die Welle eine senkrechte Lage haben. Durch diese Windruthen werden in Entfernungen von 1 bis 2 Ellen Löcher durchbohrt, wodurch hölzerne Sprossen gesteckt werden, die so lang sind, als der Flügel breit seyn soll, und welche in einen hölzernen Rahmen gefaßt werden. Die Sprossen werden alsdann mit Weeden oder Schilf ausgeflochten, oder mit dünnen Brettern, welche man Thüren nennt, bedeckt, und welche man bey großen Stürmen wegnehmen kann. Auch gebrauchet man wohl zur Bedeckung Segeltuch. Wenn nun alle Sprossen des Flügels in einerley Ebene liegen, so bekommt der Windflügel die Natur einer Ebene, gegen welche der Wind stößt, und die gegen die Axe der Welle unter einem schiefen Winkel geneigt seyn muß. Durch Hülfe der Differenzialrechnung findet man, daß der Effekt des Windstoßes beym ersten Anstoß gegen den Windflügel am größten ausfällt, wenn die Bewegungsaxe gegen die Windflügel unter einem Winkel geneigt ist, welcher 54° 44′ beträgt. Sobald aber der Windflügel in Bewegung gekommen ist, so lehret doch die Erfahrung, daß die Wirkung des Windstoßes alsdann desto größer ausfalle, je näher dieser Winkel dem rechten Winkel kömmt.

Die Maschine mag seyn, welche sie will, so wird doch alle Mahl verlangt, daß dadurch ein gewisser Widerstand vermittelst der an selbiger angebrachten Kraft überwältiget werden soll, wie z. B. bey Mahlmühlen das Zermalmen des Getreides, bey Stampfmühlen das Zerstoßen gewisser Dinge u. s. f. Dieser Widerstand läßt sich aber jederzeit als eine Last vorstellen, welche in einer gewissen Zeit mit einer gewissen Geschwindigkeit in die Höhe gehoben werden sollte. Daher läßt sich auch der Effekt einer Maschine beständig so betrachten,

trachten, als wenn eine Last an einer Welle herabhing, welche durch Hülfe der an selbiger angebrachten Kraft in einer gewissen Zeit mit einer gewissen Geschwindigkeit in die Höhe gebracht werden sollte. Wenn nun die Maschine durch die an selbiger angebrachte Kraft in Bewegung gesetzet werden soll, so muß das statische Moment der Kraft größer als das statische Moment der Last seyn. Nach und nach wird aber die Differenz beyder Momente immer kleiner, und verschwindet endlich, wenn die Maschine in gleichförmigen Gang gekommen ist; alsdann wird das mechanische Moment der Kraft mit dem mechanischen Moment der Last gleich seyn. Z. B. An einer Welle, die im Halbmesser $\frac{1}{3}$ Fuß beträgt, sey ein Seil befestiget, an welchem eine Last von 90 Pfund herabhängt. Diese Welle besitze eine Kurbel von $1\frac{1}{2}$ Fuß Länge, womit die Welle umgedrehet werden kann, und eine Person greife die Handhabe der Kurbel mit einem Bestreben an, sie nach einer Richtung zu drehen, die mit ihrer Länge einen rechten Winkel macht. Druckt der Arbeiter gegen die Kurbel mit einer Kraft von 20 Pfund, so wird dieser Druck mit der Last das Gleichgewicht halten, und es wird noch keine Bewegung erfolgen, weil $1\frac{1}{2} : \frac{1}{3} = 90 : 20$ sich verhalten und $1\frac{1}{2} \times 20 = \frac{1}{3} \times 90$ seyn muß. Wenn hingegen der Arbeiter anfänglich etwas stärker gegen die Kurbel druckt, so wird die Welle in Umlauf kommen, und die Last gehoben werden. Indem aber die Handhabe ausweicht, wird der Druck des Arbeiters gegen selbige kleiner, weil er nicht so stark gegen die ausweichende als gegen die noch ruhende Kurbel drucken darf. Sobald nun der Druck bis auf 20 Pfund abgenommen hat, sobald wird dieser Druck mit der Last wieder im Gleichgewichte seyn, und die Kurbel mit der Welle wird im gleichförmigen Umlauf bleiben, wenn der Arbeiter gegen die Kurbel mit gleicher Stärke wirket. Wenn nun die Handhabe mit einer Geschwindigkeit von 3 Fuß in einer Sekunde ausweichet, so wird die Last mit einer Geschwindigkeit von $\frac{2}{3}$ Fuß steigen. Denn das mechanische Moment der Kraft ist $3 \times 20 = 60 =$ dem mecha-

nischen Moment der Last $= \frac{2}{3} . 90$. Es besteht also der Effekt der Maschine darin, daß eine Last von 90 Pfund in einer Sekunde $\frac{2}{3}$ Fuß hoch gehoben wird.

In der Ausübung hat man wegen der Berechnung des statischen Moments auch auf die Dicke des Seils zu sehen, welche gewöhnlich so beträchtlich ist, daß dadurch das Moment der Last merklich geändert wird. Hätte im vorigen Beyspiel das Seil eine Dicke von 1 Zoll, oder $\frac{1}{12}$ Schuh, so würde das statische Moment der Last $= (\frac{1}{3} + \frac{1}{24}) \times 90 = \frac{3}{8} . 90 = 33\frac{3}{4}$. Noch beträchtlicher wird das Moment der Last, wenn sich das Seil doppelt über einander legt, wodurch der Abstand um $1\frac{1}{2}$ Seildicken wächst. In dem Beyspiele würde dieß $\frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{1}{8}$ betragen, mithin das Moment der Last $= (\frac{1}{3} + \frac{1}{8}) . 90 = \frac{11}{24} . 90 = 41\frac{1}{4}$. Dieses Doppeltübereinanderlegen wird dadurch verhütet, daß man das Seil nur einige Mahl um die Welle schlägt, bis es sich durch Reibung und Anklemmung völlig fest hält. Alsdann wickelt sich so viel, als an dem einen Ende aufgewunden wird, am andern wieder ab, und man läßt dieß abgewickelte durch einen besondern Arbeiter von der Welle entfernen und in Ordnung legen.

Bey den wenigsten Einrichtungen der Winden, Haspeln und Räder an den Wellen wird die an selbigen angebrachte und im Kreise herumgehende Kraft beständig nach der Richtung der Tangente wirken können. So wird z. B. die Hand eines Arbeiters, welche an einer an der Welle angebrachten Kurbel arbeitet, beständig in einem Kreise herumgehen, und ihre Richtung unablässig ändern, wobey es ihr unmöglich ist, allezeit genau nach der Richtung der Tangente zu drucken; überdem ist die Kraft derselben stärker, wenn sie die Kurbel herunterdruckt, als wenn sie selbige aufwärts oder seitwärts fortschiebet. Um also auf eine andere Art den Gang der Maschine in Gleichförmigkeit zu erhalten, ist man auf den Gebrauch der **Schwungräder** verfallen, welche ihre ein Mahl erlangte Umlaufsgeschwindigkeit nicht leicht ändern. Die Haupteigenschaften eines Schwungrades sind

sind folgende: 1. sein Schwerpunkt muß genau in der Umlaufsaxe liegen, damit das Gewicht der Masse desselben auf den Umlauf gar nicht wirken könne; 2. es muß an sich in Proportion mit den übrigen Theilen der Maschine ziemlich schwer seyn, oder eigentlich nur aus ziemlich vieler Masse bestehen, damit schon ein beträchtliches Uebergewicht der Kraft, oder des Widerstandes nöthig sey, um die Umlaufsbewegung desselben mehr zu beschleunigen oder zu verzögern. Eben deßwegen wird die meiste Masse am Umfange desselben vertheilet; 3. die Figur desselben ist ziemlich, doch wegen des Widerstandes der Luft nicht ganz gleichgültig, denn es muß der Luft nicht zu viel Fläche entgegensetzen. Der Erfolg ist dieser: bey verminderter Kraft, welche die Maschine treibt, kann sie nicht verzögert werden, ohne das Schwungrad zugleich in einen minder geschwindern Umlauf zu bringen. Hierzu gehöret aber etwas Zeit, und bevor noch so viele Zeit verflossen ist, als zur beträchtlichen Verzögerung des Schwungrades nöthig wäre, nimmt die Kraft an der Maschine wieder zu; mithin bleibt der Umlauf des Schwungrades, und mit demselben der Umlauf aller übrigen Theile der Maschine beynahe eben so schnell, als in dem Fall, da die Kraft, oder ihr statisches Moment am größten war.

Die Winden sind unstreitig die bequemsten und wirksamsten Rüstzeuge zu Ueberwältigungen großer Lasten. Im Jahre 1586 errichtete **Domenico Fontana** den großen Obelisk auf dem Platze des Vaticans in Rom, dessen Gewicht 9146 Centner, und mit der Armatur 9600 Centner betrug, durch 40 Winden, an deren jeder außer den Menschen zwey Pferde zogen, wobey er das Moment der Kräfte für jede Winde auf 300 Centner rechnen konnte. Hiervon gibt nach **Kirchern** [α]) **Leupold** [β]), vollständiger aber und nach des **Fontana** eigener Abbildung **Nic. Zabaglia** [γ]) Nachricht. Die Mängel, welche bey den Winden Statt finden,

α) Oedipus aegyptiacus. Tom. II. L. 3. p. 70 sq.
β) Theatr. machinar. Lips. 1725. fol. p. 137 sq. Tab. LII.
γ) Castelli e Ponti. Ital. et Latin. Romae 1743. fol.

finden, hat man sorgfältig zu verbessern gesuchet, wie z. B. den Mangel, daß die Umgänge des Seils beym Fortwinden immer höher hinaufstreten, und bald die höchste Stelle erreichen, wo man alsdann, wenn sich nichts über einander legen soll, Halt machen, und eine besondere Arbeit unternehmen muß, um sie wieder herunter zu bringen. Durch die Preisfrage der Akademie zu Paris für die Jahre 1739 und 1741 kam eine Anzahl von Schriften über diesen Gegenstand zum Vorschein *a*), worunter sich besonders die von **Johann Bernoulli** *β*), und **Poleni** *γ*) auszeichnen.

Eine bekannte Maschine, welche besonders beym Auf- und Abladen der Schiffgüter und beym Aufwinden schwerer Baumaterialien gebrauchet wird, und den Nahmen **Krahn** oder **Kranich** (grus, geranium) erhalten hat, kann verschiedene Einrichtungen besitzen, bestehet aber mehrentheils in einem Haspel, so daß das Seil, an welchem die Last hängt, über Rollen geleitet ist, die in einem oben hervorragenden schief liegenden Balken, dem **Schnabel**, stecken, der an einer stehenden Welle befestiget ist, welche man in einer Hülse umdrehen kann, wenn die Last zur gehörigen Höhe aufgewunden ist, um sie von jeder beliebigen Seite abnehmen zu können. Uebrigens kann der Haspel mit einem Laufrade versehen seyn.

M. s. **Kästner** Anfangsgründe der angewandten Mathemat. Stat. u. Mechan. §. 70 u. f. **Karsten** Anfangsgründe aller mathematischen Wissenschaften. Th. II. Greifsw. 1780. Statik. Abschn. VII. Maschinenlehre. Abschn. IV. u. f.

Radbarometer, s. **Barometer**.

Rad, elektrisches (peritrochium electricum, roue ou moulinet electrique). Diesen Nahmen hat man einigen Einrichtungen gegeben, welche durch das elektrische Anziehen und Abstoßen in eine umdrehende Bewegung versetzet werden

a) Recueil des pieces, qui ont remporté le prix en 1741. Paris 1745. 4.

β) Discours sur le cabestan.

γ) De ergatae naualis probabiliore vsu.

werden können. Priestley *) erzählet, daß Winkler in Leipzig zuerst eine solche Einrichtung angegeben habe; allein es ist diese nach den Transactionen β) kein wirkliches elektrisches Rad, sondern vielmehr ein Stern mit sechs Spitzen gewesen, welche im Dunkeln leuchten, und ein Feuerrad vorstellen, wenn der Stern durch eine äußere Kraft gedrehet wird. Franklin ist eigentlich der erste, welcher ein elektrisches Rad angegeben hat. Er beschreibt dieses in einem Briefe vom 1. Septemb. 1747 unter dem Nahmen des elektrischen Bratenwenders γ). Es besteht diese Einrichtung in einer wagrechten hölzernen Scheibe, welche durch einen Stift in ihrer Mitte gehalten wird. Dieser Stift läuft auf einer Spitze in einem Lager, und geht oben durch ein Loch in einer festen Messingplatte, welche ihn senkrecht hält. Auf solche Art drehet sich die hölzerne Scheibe sehr leicht in der wagrechten Lage herum. Aus dem Umkreise des Bretes gehen 30 gläserne Stäbe nach der Richtung der Halbmesser wagrecht hervor; ihre äußersten Enden stehen etwa 4 Zoll von einander ab, und besitzen messingene Knöpfe, welche folglich durch die Glasstäbe isoliret sind. Bringt man nun den Knopf einer positiv geladenen Flasche nahe an den äußersten Umfang des Kreises, welchen die messingenen Knöpfe bilden, so entsteht an dem nächsten Knopfe ein Funke, wodurch ihm positive Elektricität mitgetheilet wird; die positive Elektricität der angehaltenen Flasche stößt nun das dem Knopfe des Rades mitgetheilte + E zurück, und bringt das Rad in Bewegung. Eben dieß wiederfähret nun auch dem folgenden Knopfe u. s. f. Auf solche Art erhalten daher alle Knöpfe positive Elektricität, und behalten auch selbige, weil sie durch die Glasstäbe isoliret sind. Dadurch kann aber das Rad nur ein Mahl umgedrehet werden; denn sobald der erste Knopf, welcher sein + E behalten hat, wieder an die Flasche kömmt, so wird er von dieser zurückgestoßen, und die Bewegung höret

*) Geschichte der Elektricität durch Krünitz. S. 49.

β) Nro. 475. p. 311.

γ) Briefe von der Elektricität; a. d. Engl. von Wilke. Leipz. 1758. 8. S. 40.

ret auf. Soll sie fortgehen, so muß der ersten Flasche gerade gegenüber eine andere negativ geladene gestellet werden. Denn hierdurch werden alle positiv elektrisirten Knöpfe stark angezogen, erhalten auch durch Mittheilung — E, werden wieder zurückgestoßen, eilen folglich mit verdoppelter Bewegung fort, und bekommen bey der Rückkehr zur positiv geladenen Flasche abermahls durch Mittheilung + E u. s. w. So bekam das Rad in seinem Umlaufe eine solche Beschleunigung, daß es in einer Minute 12 bis 15 Mahl herumlief, und ein Gewicht von 100 spanischen Thalern mit sich nahm. Zuletzt entladen sich hierdurch beyde Flaschen.

Ein anderes sich selbst bewegendes Rad hatte von **Franklin** diese Einrichtung erhalten: eine runde belegte Glasscheibe läßt sich zwischen zwey isolirten Spitzen wagrecht um ihre Axe drehen. An dem Rande der Glasscheibe befinden sich zwey Bleykügelchen ungefähr 6 Zoll weit aus einander, von welchen eins mit der obern, das andere mit der untern Belegung in Verbindung stehet. Rund um die Glasscheibe stehen auf dem Tische zwölf Glassäulen mit messingenen Knöpfen etwa 4 Zoll weit aus einander. Wenn nun die Glasscheibe geladen wird, so fängt sie umzulaufen an. Die Bleykugel nämlich, welche + E hat, wird von dem nächsten Knopfe der Glassäule angezogen, theilet demselbem + E mit, und wird darauf weiter fortgestoßen u. s. f. Kömmt nun die andere Bleykugel beym Umlaufe des Rades, welche — E hat, gegen die mit + E geladenen Knöpfe der Glassäulen, so wird sie angezogen, ihr + E mitgetheilet und darauf weiter fortgestoßen, wodurch der Umlauf befördert wird. Auf solche Art lief **Franklins** Rad eine halbe Stunde lang in jeder Minute 20 Mahl um. Daß auf diese Weise die geladene Scheibe entladen wird, ist begreiflich.

Der Marquis de **Courtenveaux** [a]) hat die Einrichtung dieses Rades in einigen Stücken verbessert, wovon man auch

a) In Rozier Journal de physique. April 1774.

auch beym de la Fond *) Nachricht findet. Man hatte hierbey die Absicht, dieses Rad zur Zählung seiner Umläufe in einer Minute als Elektrometer zu gebrauchen.

Eine andere Einrichtung des elektrischen Rades ist unter dem Nahmen des **Flugrades** oder des **Kreuzes** bekannt. Es werden nämlich (fig. 18.) vier dünne messingene Drähte in eine messingene Scheibe eingesetzet, welche man auf den zugespitzten Stift k setzen, und denselben auf den ersten Leiter der Maschine schrauben kann. Auf diesem Stifte muß die Scheibe mit den Drähten, wie eine Mangnetnadel, vermittelst eines metallenen glatt ausgehöhlten kleinen Huthes im Gleichgewichte stehen. Die Enden der Drähte a, b, c, d sind spitzig, und alle nach einerley Seite recht winklicht umgebogen. Sobald nun der Conduktor der Maschine elektrisiret wird, so wird das elektrische Rad sogleich anfangen herumzulaufen, und sich in horizontaler Lage nach der Richtung der Buchstaben a b c d zu drehen, welche der Richtung der umgebogenen Drahtspitzen entgegengesetzet ist. Wird das Rad auf einen negativ elektrisirten Conduktor gebracht, so ist der Erfolg der nämliche; das Umdrehen geschiehet nämlich nach eben der Richtung a b c d.

Diese Erscheinung wird auf verschiedene Art erkläret, je nachdem man die eine oder andere Theorie der Elektricität annimmt. Nach **Franklin's** Theorie strömen die Spitzen aus, wenn der Conduktor der Maschine positiv elektrisiret ist, saugen hingegen ein, wenn er negativ elektrisiret ist. Allein hiernach sollte das Rad, welche — E erhält, eine Bewegung bekommen, welche der, die vom + E entstehet, gerade entgegengesetzet ist.

Da man bemerkte, daß alle Spitzen, sie mögen + E oder — E haben, wie ein Wind blasen, so suchte dieß besonders **Priestley** durch einen wirklichen Luftstrom zu erklären, welcher aus allen elektrischen Spitzen ausgehe. Es widerstehe nämlich die äußere Luft der von den Spitzen ausströmen-

*) Précis historique et experimental de phenomènes électriques. Paris 1781. 8.

strömenden Luft, und drucke diese zusammen, so daß sie durch ihre Elasticität den leicht beweglichen Draht zurücktreibe. Daher entscheide die Richtung des Luftstroms weder über das Ausströmen noch das Einströmen der elektrischen Materie.

Diejenigen, welche **Franklins** Theorie mehr zu bestimmen gesucht haben, wie z. B. **Cavallo**, erklären diese Erscheinung nicht aus einem Luftstrome, sondern vielmehr aus dem Abstoßen zwischen den Drahtspitzen und der äußern Luft. Denn das Rad möge positiv oder negativ elektrisiret seyn, so erhalte die an den Drahtspitzen befindliche Luft wegen der Mittheilung eine starke Elektricität von eben der Art, welche sich in den Drahtspitzen selbst befindet; daher müssen die Spitzen und die Luft einander zurückstoßen. Diese Erklärung halten sie dieserwegen für richtig, weil das Rad nicht allein im luftleeren Raume gar nicht laufe, sondern sogar, wenn man es nur unter einer Glocke setze, sich nur eine kurze Zeit drehe, und dann still stehe; denn die unter der Glocke enthaltene Luft werde gar bald durchgehends gleichförmig elektrisiret.

Hierbey führet **Cavallo** noch folgenden Versuch an: wenn das Rad unter der Glocke stille stehet, und man den Finger einer Spitze des Rades gegenüber, an die äußere Seite des Glases bringt, so wird sich dasselbe wieder sehr schnell bewegen; und wenn man die Stellung des Fingers von Zeit zu Zeit verändert, und ihn rings um das Glas herumführet, so kann man die Bewegung eine lange Zeit fortsetzen, bis endlich der größte Theil des Glases geladen ist. Wenn nämlich der Finger die äußere Seite der Glocke berühret, so verliert das Glas auf dieser Seite einen Theil seiner natürlichen elektrischen Materie (wofern das Rad positiv elektrisiret ist; umgekehrt erhält das Glas mehr, wenn das Rad negativ ist); und bekommt dagegen auf der innern Seite einen Zugang aus der elektrisirten Luft. Dadurch wird die Luft in Stand gesetzet, von der Spitze des Rades wieder elektrisiret zu werden, wodurch die Bewegung desselben erneuert wird. Man behauptet zwar jetzt, daß dieser

Versuch

Versuch auch im luftleeren Raume von Statten gehe, und daß daher die Luft ganz aus der Erklärung dieser Phänomene wegbleiben müsse. Indessen bleibt es aber doch gewiß, daß der Versuch im luftvollen Raume besser als im leeren gelinget, und daß es überhaupt noch Zweifeln unterworfen ist, ob er in ganz luftleerem Raume von Statten gehe.

Diejenigen, welche zwey elektrische Materien annehmen, behaupten, daß aus den Spitzen eine wirkliche elektrische Materie ausströme, sie mögen positiv oder negativ elektrisiret seyn. Die Bewegung des Rades kann alsdann entweder aus dem elektrischen Zurückstoßen der ausströmenden Materie gegen die nachfolgende entstehen, oder sie kann aus dem Drucke gegen den Draht beym Ausgange, wie bey der Segnerischen hydraulischen Maschine, erfolgen.

Auch hat **Priestley** [a]) durch das Blasen feststehender Spitzen kleine papierne Windflügel und leichte Räder von andern Gestalten in Bewegung gesetzet, welche ebenfalls zu den elektrischen Rädern gezählet werden können. **Adams** [b]) hat verschiedene Spielwerke mit dem Kreuze oder Drahte mit umgebogenen Spitzen über die Elektricität beschrieben.

M. s. **Franklins** Briefe über die Elektricität; a. d. Engl. von **Wilke**. Leipz. 1758. 8. S. 40 u. f. **Cavallo** Abhandlung der Lehre von der Elektricität; aus d. Engl. 4te Aufl. Leipz. 1797. 8. S. 164 u. 247.

Radius vector, rayon vecteur. In der höhern Geometrie werden überhaupt diejenigen geraden Linien, welche aus den Brennpunkten nach den Punkten der krummen Linie gezogen werden, **Radii Vektoren** genannt. Sie sind insgesammt unter sich von ungleicher Größe, außer in Kreisen, da sie den Halbmessern derselben gleich sind.

Besonders aber wird der Nahme, **Radius Vektor**, in der Theorie des Planetenlaufs, und überhaupt bey Centralbewegungen, derjenigen geraden Linie gegeben, welche aus dem

a) Geschichte der Elektricität durch Brünitz. S. 390. u. f.
b) Versuch über d. Elektricität; a. d. Engl. Leipz. 1785. 8. S. 63. u. f.

dem Brennpunkte der elliptischen Bahn in den Mittelpunkt des Planeten gezogen wird, oder die aus dem Mittelpunkte der Kräfte in den Schwerpunkt des bewegten Körpers hingeher. Läuft z. B. der Mond um unsere Erde in einer elliptischen Bahn, so wird die gerade Linie, aus dem Mittelpunkte der Erde nach dem Mittelpunkt des Mondes gezogen, ein **Radius Vektor** der Mondbahn genannt. Dieser Radius Vektor ist von veränderlicher Größe. So ist z. B. derselbe in der Erdnähe am kleinsten und der Erdferne am größten. So wie sich der Planet in seiner Bahn fortbeweget, so beschreibet auch der Radius Vektor Flächenräume, welche sich wie die Zeiten verhalten, in welchen sie beschrieben werden. M. s. **Keplerische Regeln.**

Radwinde, s. **Rad an der Welle.**

Räderwerk, zusammengesetztes, Zahn und Getriebe (systema rotarum, rouage, systéme de roues et de pignons). Wenn verschiedene Räder, welche nicht an einer Axe sich befinden, gezwungen seyn sollen, sich zugleich in Bewegung zu setzen, so müssen am Umfange des einen Erhöhungen sich befinden, welche in die Vertiefungen des andern Rades eingreifen, um selbiges dadurch fortzuschieben. Eine solche Verbindung mehrerer Räder wird eben ein **zusammengesetztes Räderwerk** genannt.

Die Erhöhungen am Umfange des Rades heißen **Zähne** (dentes), wenn sie nach der Richtung der Halbmesser auf dem äußern Umfange des Rades aufgesetzet sind, und das Rad selbst heißt ein **Stern**- oder **Stirnrad**. Im Gegentheil werden sie **Kämme** (paxilli) genannt, wenn sie auf des Rades Ebene senkrecht eingesetzet sind, und das Rad heißt alsdann ein **Kamm**- oder **Kronrad**.

Wenn die Zähne oder Kämme des einen Rades in die Vertiefungen eines andern Rades eingreifen, um selbiges fortzuschieben, so ist gewöhnlich das letztere in Vergleichung mit dem erstern ziemlich klein, und wird ein **Getriebe** genannt. Besteht dieses Getriebe aus zweyen hölzernen mit einander parallelen Scheiben, welche durch mehrere am Umfange

fange mit der Axe parallele eingesetzte Stäbe, die man **Triebstecken** nennt, und statt der Zähne dienen, verbunden sind, so heißt es insbesondere ein **Trilling** oder **Drehling**. Sind aber in der Welle selbst nur Vertiefungen eingeschnitten, in welche die Zähne oder Kämme greifen, so nennt man es einen **Kumpf**.

Wenn mehrere Räder also mit einander verbunden sind, daß eines dem andern eine Bewegung mittheilet, so muß sich im Fall des Gleichgewichtes die Kraft (fig. 19.) p am Umfange des Rades zur Last q an der letztern Welle verhalten, wie das Produkt der Halbmesser aller Getriebe, die letzte Welle, woran die Last hängt, als das letzte Getriebe gerechnet, zum Produkt der Halbmesser aller Räder sich verhält. Fängt nämlich die Kraft p zu wirken an, so drückt der Triebstecken e den Zahn des Rades d mit einer Gewalt, die man = v setzen kann, und es ist alsdann $p : v = ca : cb$, mithin $v = \frac{cb}{ca} . p$. Diesen Druck kann man nun als eine Kraft betrachten, welche am folgenden Rade nach der Tangente wirket, und der Triebstecken k druckt den Zahn l mit einer Gewalt, welche man = r annehmen kann; alsdann ergibt sich $v : r = fg : fh$, mithin $r = \frac{fh}{fg} . v = \frac{fh}{fg} . \frac{cb}{ca} . p$. Ferner kann man wiederum annehmen, daß dieser Druck r unmittelbar am Umfange des dritten Rades nach der Tangente wirket, und es ist ein Fall des Gleichgewichtes $r : q = in : im$, folglich $q = \frac{im}{in} . r = \frac{im}{in} . \frac{fh}{fg} . \frac{cb}{ca} . p$, oder $p : q = in . fg . ca : im . fh . cb$. Auf diese Weise gilt der Schluß von jeder Zahl der Räder auf die folgende um Eins größere Anzahl.

Die Faktoren $\frac{im}{in} . \frac{fh}{fg} . \frac{cb}{ca}$ werden desto größer, je kleiner die Getriebe in Vergleichung mit den damit verbundenen Rädern sind; folglich muß auch mit einerley Kraft p eine

desto größere Last im Gleichgewichte erhalten werden können, je kleiner die Getriebe in Vergleichung mit den damit verknüpften Rädern sind.

Wenn das erste Rad, an welchem sich die Kraft p befindet, ein Mahl herumgehet, so drehet sich alsdann der Punkt f des andern Rades nur bis h, wenn der Bogen fh = der Peripherie des ersten Getriebes ist, der Punkt o des andern Getriebes aber bis g; zu gleicher Zeit kömmt auch der Punkt t des dritten Rades in m, wenn mt = der Peripherie des andern Getriebes, und der Punkt u der Welle in n an, so daß bey einem Umlauf des ersten Rades die Last q um einen Weg steiget, der dem Bogen un gleich ist. Nun hat man

$$2\pi . bc : fh = bc : ac$$
$$fh : tm = hf : fg$$
$$tm : un = im : in, \text{ mithin}$$
$$2\pi . bc : un = im . hf . bc : in . fg . ac = q : p;$$

demnach findet beym zusammengesetzten Räderwerk auch dieser Satz Statt, daß **sich die Last zur Kraft verhält umgekehrt wie der Weg der Kraft zum Wege der Last.** Es folgt also daraus, daß hier ebenfalls an Raum und Geschwindigkeit verloren geht, als was man an Kraft gewinnt. Soll z. B. mit einem Pfunde Kraft 80 Pfund Last im Gleichgewicht erhalten werden, so muß bey der wirklichen Bewegung die Kraft durch 80 Fuß gehen, wenn die Last um 1 Fuß beweget werden soll.

Weil ein jeder Zahn bey der wirklichen Bewegung einen Triebstecken vor sich her treibt, so wird auch das Getriebe ein Mahl umlaufen müssen, wenn so viele Zähne fortgegangen sind, als das Getriebe Stecken hat. So viel Mahl also die Anzahl der Triebstecken in der Anzahl der Zähne enthalten ist, so viel Mahl wird auch das Getriebe in eben der Zeit umlaufen, in welcher das Rad ein Mahl umläuft. Man findet also die Anzahl der Umläufe des Getriebes, wenn die Anzahl der Zähne durch die Anzahl der Triebstecken dividiret wird. Setzt man also die Anzahl der Triebstecken

= n,

$= n$, und die Anzahl der Zähne $= m$, so ist die Anzahl der Umläufe des Getriebes gegen einen Umlauf des Rades $= \frac{m}{n}$. Wäre mit der Axe des Getriebes ein zweytes Rad mit r Zähnen verbunden, welches in ein zweytes Getriebe eingreift, und die Anzahl der Stecken dieses Getriebes $= p$, so würde die Anzahl der Umläufe dieses Getriebes $= \frac{r}{p}$ seyn, wenn das zweyte Rad ein Mahl umläuft. Nun kommen auf jeden Umlauf des ersten Rades $\frac{m}{n}$ Umläufe des zweyten; rechnet man also auf jeden Umlauf des zweyten Rades $\frac{r}{p}$ Umläufe des zweyten Getriebes, so werden auf jeden Umlauf des ersten Rades $\frac{m}{n} \cdot \frac{r}{p}$ Umläufe des zweyten Getriebes kommen. Wenn noch mehrere Räder in eben so viele Getriebe eingreifen, und jedes Rad hat mit dem Getriebe einerley Welle, so läßt sich aus dem Angeführten leicht diese allgemeine Regel schließen: man dividire die Anzahl der Triebstecken eines jeden Getriebes in die Anzahl der Zähne desjenigen Rades, deren Zähne in das Getriebe eingreifen, und multiplicire alle Quotienten in einander. Dieses Produkt gibt die Anzahl der Umläufe des letzten Getriebes an, wenn das erste Rad ein Mahl umläuft. Exemp. Wenn von dreyen Rädern das erstere 36, das andere 28 und das dritte 24 Zähne, die Getriebe aber, worin sie greifen, 6, 7, 6 Triebstecken haben, so läuft das letzte Getriebe $\frac{36}{6} \cdot \frac{28}{7} \cdot \frac{24}{6} = 6 \cdot 4 \cdot 4 = 96$ Mahl binnen der Zeit herum, da das erste Rad ein Mahl umläuft.

Wenn es umgekehrt bekannt ist, wie viel Mahl das schnelleste Rad umlaufen soll, indem das erste Rad ein Mahl umläuft, so kann man auch daraus die Anzahl der Zähne und Triebstecken eines jeden Rades und Getriebes sehr leicht bestim-

bestimmen. Hätte die Maschine nur ein Rad und Getriebe, so sey die Anzahl der Zähne = m, und die Anzahl der Triebstecken = n; wäre nun r die Zahl der Umläufe des Getriebes gegen einen Umlauf des Rades, so muß $r = \frac{m}{n}$ seyn. Daraus sieht man, daß die Anzahl der Triebstecken des Getriebes und die Anzahl der Zähne dadurch nicht bestimmt werde, sondern nur ihr Verhältniß gegen einander. Nachdem man also m oder n willkürlich annimmt, nachdem wird n oder m aus der Gleichung $r = \frac{m}{n}$ bestimmt. Denn man hat $r n = m$ und $n = \frac{m}{r}$. Erfordert aber die Maschine mehrere Räder und Getriebe, so ist es auch hier leicht zu begreifen, daß man nicht bestimmt angeben könne, wie viele Zähne die Räder und wie viele Stecken die Getriebe haben sollen; vielmehr lassen sich hier eine Menge von Fällen gedenken, welche dem Verlangten ein Genüge leisten. Setzt man a, b, c die Zahlen der Zähne, und α, β, γ die Zahlen der Triebstecken der Getriebe, und r die Anzahl der Umläufe des letzten Getriebes gegen einen Umlauf des ersten Rades, so muß $r = \frac{a}{\alpha} \cdot \frac{b}{\beta} \cdot \frac{c}{\gamma}$ seyn. Man zerfälle demnach r in so viele Faktoren, als man Räder haben will. Ein jeder Faktor wird die Zahl der Umläufe eines Getriebes gegen einen Umlauf des in dasselbe eingreifenden Rades angeben, woraus die Anzahl der Zähne und der Triebstecken für jedes Rad und dazu gehöriges Getriebe, wie vorhin, gefunden wird. Exemp. Soll das letzte Getriebe vierzig Mahl umlaufen, wenn das erste Rad ein Mahl umläuft, so ist $40 = 5 \cdot 4 \cdot 2 = \frac{30}{6} \cdot \frac{28}{7} \cdot \frac{16}{8}$, und man kann drey Räder gebrauchen, wovon das eine 30, das andere 28 und das dritte 16 Zähne besitzen, wenn die Getriebe 6, 7, 8 Triebstecken haben.

Soll

Soll die Bewegung gut von Statten gehen, so kann man die Zahl der Triebstecken nicht wohl unter 5 nehmen; dieses bestimmt also die Zahl der Zähne des Rades. Auch läßt es sich leicht übersehen, daß, je mehr Räder man macht, desto wenigere Zähne man einem jeden geben darf, folglich desto kleiner man jedes machen kann. Durch Vermehrung der Räder lassen sich also Maschinen kleiner machen.

In der Ausübung leidet die Theorie von dem zusammengesetzten Räderwerke wegen der beträchtlichen Reibung der Zähne und Triebstecken an einander eine Ausnahme. Um aber diese nach und nach immer mehr zu vermindern, so nimmt man die Zahl der Zähne des Rades so an, daß die Anzahl der Zähne der Triebstecken nicht genau darin aufgehe, weil bey einer solchen Anordnung die Zähne und Getriebe sich besser gegen einander abschleifen, und die Bewegung freyer wird. Gibt man den Zähnen und Triebstecken gleich Anfangs eine solche Krümme, wie erforderlich ist, damit Zahn und Triebstecken sich mehr über einander wegwälzen, als an einander fortschieben, um das Reiben an einander möglichst zu verhindern, so ist es um so viel besser, und es bedarf dessen nicht, daß die Maschine so lange schütternd und stotternd laufe, bis Zähne und Triebstecken sich erst an einander abgeschliffen haben. Nach **Leibnitzens** α) Nachricht hat **Römer** zuerst entdecket, daß die Zähne zu dieser Absicht die Krümme der Epicycloide haben müssen, eine Linie, von deren Natur die höhere Geometrie Unterricht gibt. **Euler** β) und **de la Hire** γ) haben diese epicycloidalische Gestalt der Zähne genauer untersuchet, und **Kästner** δ) erzählet, daß man sich von der Wichtigkeit und Brauchbarkeit dieser Art, den Zähnen und Getrieben die rechte Gestalt zu geben, bey den Maschinen des Bergraths **Borlach** in den Salzwerken zu Kösen bey Naumburg sattsam überzeugen könne.

α) Miscellan. Berolinens. Tom. I. p. 315.
β) Nov. commentat. Petropol. Tom. V.
γ) Oeuvres diverses; in Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. depuis 1666. jusqu' à 1699. Tom. IX.
δ) Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Statik. §. 76.

könne. Auch hat Herr **Kästner** über die Gestalten der Zähne an Rädern und der Daumen an Wellen in Stampfmühlen, Pochwerken u. dgl. Untersuchungen angestellet [α]). Von den gewöhnlichen Gestalten der Zähne und Kämme handeln **Leupold** [β]) und **Beyer** [γ]).

Die Größe der Räder und Getriebe mit ihren Zähnen und Stecken richtet sich, wie leicht zu erachten ist, nach der Stärke des Drucks, den sie auszustehen haben, und nach der Festigkeit der Materie, woraus sie verfertiget werden. Weil nun die Triebstöcken einen größern Druck als die Zähne leiden müssen, so müssen sie auch stärker, als diese gemacht werden. Bey etwas großen Maschinen, wie z. B. bey Mühlen, bestehen sie mehrentheils aus gutem harten Holze, bey kleinen aber, z. B. bey Uhren, aus Metall. Bey hölzernen Mühlwerken hat man folgende Regel für gut befunden: **daß die Dicke der Triebstecken sich zu ihrer Zwischenweite verhalten müsse wie** 8:7. Es sey (fig. 20.) a der Mittelpunkt des Getriebes, ab der Halbmesser bis zur Mitte der Triebstecken, und in diesem verlängerten Halbmesser befinde sich auch der Mittelpunkt c des Rades. Beschreibt man nun mit dem Halbmesser ab den Kreis tbl, so bestimmt dieser den Umfang des Getriebes, wenn die Anzahl der Stecken festgesetzet ist. Bedeutet nämlich δ die Triebsteckendicke, so hat man $8:15 = \delta$: Bogen zwischen den Mittelpunkten zweyer auf einander folgender Triebstecken, mithin beträgt dieser Bogen $= \frac{15}{8}\delta$, und die ganze Peripherie des Getriebes durch die Mittelpunkte der Stecken $= \frac{15}{8}\delta . n$, wenn durch n die Anzahl der Triebstecken angezeiget

wird,

α) De rotarum dentibus; in comment. soc. reg. scient. Goett. ad ann. 1781. 1782. Pinnarum, quibus pila tundentia eleuantur, consideratio geometrica; in comment. nov. ad ann. 1771.

β) Theatrum machin. generale. §. 85. Tab. 14. 15.

γ) Mühlenschauplatz. Cap. VII. §. 15.

wird, und der Durchmesser des Getriebes $= \frac{15}{8} . \frac{1}{\pi} n . \delta$. Beschreibet man ferner mit dem Halbmesser cb den Bogen xbf, welcher den Bogen tbl in dem Punkte b berühret, so wird diese Peripherie der **Theilriß** für das Rad genannt. Wenn nun bf die halbe Triebsteckendicke ist, so ist cf die Grenze, welche der Halbmesser der äußersten Peripherie der Felgen des Rades nicht überschreiten kann. Gesetzt, es sey co dieser Halbmesser, so ist die mit co beschriebene Peripherie moq die Peripherie der Felgen, worauf die Zähne gesetzet werden. Wenn nun das Getriebe m Mahl umlaufen soll, indem das Rad ein Mahl umläuft, so wird die Peripherie des Theilrisses für das Rad $= \frac{15}{8} m . n . \delta$, und der Halbmesser $= \frac{15}{8} . \frac{1}{\pi} . m . n . \delta$ seyn.

Andere Schriftsteller schreiben noch andere Eintheilungen vor. So hat **Belidor** *) durch folgende Regel bestätiget gefunden, die Dicke der Triebstecken müsse sich zur Dicke der Zähne verhalten wie $8 : 6\frac{1}{2}$, daher wird die Dicke des Zahnes $= \frac{6\frac{1}{2}}{8} . \delta$, und die Zwischenweite $= \frac{8\frac{1}{2}}{8} . \delta$.

Zur Erhebung großer Lasten ist das zusammengesetzte Räderwerk nicht wohl zu gebrauchen, theils weil es zu kostbar ist, theils auch, weil bey der wirklichen Bewegung der Maschine die ganze Last auf einem einzigen Zahne und Stecken ruhet, und diese daher viel auszustehen haben. Indessen findet man beym **Leupold** und andern praktischen Schriftstellern manche Hebezeuge, Krahne u. dergl. mit Räderwerk. Eine bekannte Maschine dieser Art ist die so genannte Fuhrmannswinde. Es wird nämlich mittelst einer Kurbel ein Getriebe in Umlauf gebracht, welches in eine gezahnte Stange eingreift, selbige erhebt, und hiermit die Axe eines Wagenrades, unter welche die Winde gestemmt ist, in die

 Höhe

*) Architect. hydraul. B. I. Cap. II. §. 318.

Höhe bringt. Hierbey ist es nun eben so viel, als ob die Last am Umfange des Rades, welches in die gezahnte Stange eingreift, angebracht wäre; folglich wird die an der Kurbel arbeitende Kraft in dem Verhältnisse verstärkt, in welchem sich der Halbmesser des gezahnten Rades und die Länge der Kurbel befindet. Wäre z. B. die Länge der Kurbel 6 Mahl größer, als der Halbmesser des gezahnten Rades, so würde auch eine Kraft von 1 Centner eine Last von 6 Centnern erhalten können. Auf eben diese Art verhält es sich auch mit den Kreuzwinden, durch welche die Stempelstangen der Luftpumpen aus- und eingewunden werden. Bey der doppelten Winde der Fuhrleute greift das erste Getriebe in ein Rad ein, an dessen Axe ein zweytes Getriebe befindlich ist, das erst in die bezahnte Stange eingreift. Hier ist also wirklich eine Zusammensetzung der Räder vorhanden, wodurch die Kraft ansehnlich verstärket wird.

Bey einer Menge anderer Maschinen und besonders bey allen Mühlwerken und Uhrwerken wird das zusammengesetzte Räderwerk zu der Absicht gebraucht, um Bewegungen mit beträchtlicher Geschwindigkeit hervorzubringen. In diesen Fällen wird die Kraft so angebracht, daß sie eine Welle in Umlauf bringt, deren Rad in ein Getriebe eingreift u. s. f. Auf solche Art wird bey den Mühlen durchs Wasser oder vermittelst einer andern Kraft die Mühlwelle umgetrieben, an welcher das Kammrad sich befindet, welches in einen Trilling eingreift, an dessen Axe der Mühlstein befestiget ist, und dadurch in einen schnellen Umlauf gebracht wird. Eben so wird vermittelst des Getriebes die Welle des Minutenrades umgedrehet, welches z. B. 60 Zähne besitzet, und in ein Getriebe von 6 Stecken eingreift, womit zugleich das Mittelrad von 36 Zähnen umgetrieben wird, welches wieder in ein Getriebe von 6 Stecken eingreift, und hiermit das Kammrad von 32 Zähnen in Umlauf bringt. Dieses Kammrad greift in ein Getriebe von 16 Stecken ein, an dessen Axe das Steigrad von 15 Zähnen steckt. Vermöge dieser Einrichtung läuft also das Minutenrad ein Mahl herum, indem

das

das Steigrad, als das schnellste, $\frac{60}{6} \cdot \frac{36}{6} \cdot \frac{32}{16} = 120$ Mahl umläuft. Ist nun das Pendel so angebracht, daß nur alle 2 Sekunden ein Zahn des Steigrades fortgelassen wird, so ist die Dauer des ganzen Umlaufs dieses Rades gerade 30 Sekunden oder eine halbe Minute; mithin verrichtet es seine 120 Umläufe in 60 Minuten oder in einer Stunde. Es wird sich also die Welle des Minutenrades gerade in einer Stunde umdrehen, und in eben der Zeit den an ihr steckenden Minutenzeiger auf dem Zifferblatt ein Mahl herumführen. Bey den Taschenuhren, welche durch Federn getrieben werden, wird die Schnecke vermittelst der Feder durch die an ihrem Gehäuse befindliche Uhrkette umgedrehet, deren Rad, das Schneckenrad, mit 48 Zähnen in das Getriebe von 8 Stecken des Minutenrades eingreift. Es läuft also das Minutenrad $\frac{48}{8} = 6$ Mahl um, indem die Schnecke ein Mahl umläuft. Das Minutenrad greift wieder z. B. mit 72 Zähnen in ein Getriebe von 8 Stecken, und treibt dadurch das Mittelrad von 48 Zähnen um, welches abermahls in ein Getriebe von 6 Stecken eingreift, und dadurch das Kammrad von 48 Zähnen fortbeweget. Dieses greift endlich in das Getriebe mit 6 Stecken des Steigrades von 15 schrägen Zähnen. Dieser Einrichtung zufolge läuft das Minutenrad ein Mahl um, indem das Steigrad $\frac{72}{8} \cdot \frac{48}{6} \cdot \frac{48}{6} = 576$ Mahl umläuft. Der Umlauf des Steigrades wird durch die Unruhe mit der Spiralfeder so regulirt, daß ein jeder Zahn dieses Rades bey seinem Umlaufe zwey Mahl an die Lappen der immer hin und her gewendeten Lappenspindel stößt, und dadurch ein wenig Aufenthalt leidet, bis durch die Zurückwendung der Spindel der Lappen aus dem Wege gebracht wird. Da nun dieß Rad 15 Zähne besitzet, und ein jeder zwey Mahl aufgehalten wird, so werden 30

Spindel-

Spindelstreiche oder Schläge der Unruhe erfordert, um d
Steigrad ein Mahl, und 30.576 = 17280 Streiche, u
es 576 Mahl umlaufen zu lassen, in welcher Zeit das Mi
nutenrad ein Mahl umläuft. Der schwingende Theil d
Spiralfeder kann nun durch Drehung einer Stellscheibe
weit verlängert oder verkürzet werden, als erforderlich i
um die Unruhe diese 17280 Streiche genau in der Zeit v
einer Stunde vollenden zu lassen, wodurch alsdann auch e
halten wird, daß sich das Minutenrad ebenfalls genau i
der Zeit von einer Stunde umdreht und hiermit zugleich
eben der Zeit den Minutenzeiger auf dem Zifferblatte e
Mahl herumführet.

Anweisungen zu Verfertigung solcher Räderwerke, weld
Bewegungen von bestimmter Geschwindigkeit hervorbringe
wie z. B. Planetenmaschinen, findet man in der Schrif
Fr. David a St. Cajetano neues Rädergebäude, Wi
1791. 8.

Auch gibt es Räder, welche durch eine um ihre Per
pherie geführte Schnur, welche in solcher Absicht eine Ve
tiefung haben muß, einander in Bewegung setzen, un
welche **Seilräder** genannt werden. Beyde Enden der Schn
müssen gehörig zusammengefüget seyn, und sie heißt alsdan
eine **Schnur ohne Ende** (corde sans fin).

M. s. **Karsten** Anfangsgründe der mathematischen Wi
senschaften B. II. Greifsw. 1780. Stat. §. 121 u. f. Ma
schinenlehre §. 11 u. f.

Rauch (fumus, fumée) ist dasjenige, was bey se
starker Erhitzung oder beym wirklichen Brennen verbrennl
cher Körper in sichtbarer Gestalt in der atmosphärischen Lu
in die Höhe steigt, ohne doch zu glühen oder zu brenne
Sobald der Rauch selbst zu glühen anfängt, so bildet si
die Flamme. Von den meisten verbrennlichen Körpern ste
get Rauch und Flamme zugleich auf, und man sieht de
Rauch da, wo die Flamme aufhöret. An der Grenze d
Flamme ist er noch sehr heiß, und läßt sich bey Annäherun
einer andern Flamme sehr leicht entzünden; er wird aber bey

Aufstie

Aufsteigen in der Luft bald kälter. Ferner gibt es viel andere brennbare Körper, als z. B. Holz, besonders nasses, Dachte ausgelöschter Lichter u. dergl., welche bey einer starken Erhitzung bloß dampfen oder nur Rauch aussenden, welcher aber bey Annäherung einer Flamme sehr lebhaft in Feuer ausbricht. Endlich findet auch Flamme ohne wirklichen Rauch Statt, welche die reinste und heißeste unter allen ist. M. s. **Flamme.**

Diese Erscheinungen zeigen, daß Rauch und Flamme sehr nahe mit einander verwandt, aber doch wesentlich von einander verschieden sind. Denn die Flamme setzt alle Mahl Rauch voraus, welche die Wärme oder eine andere Ursache aus dem brennenden Körper treibet, es mag nun der Rauch brennbare Luft seyn, oder aus brennbaren Theilen des Körpers bestehen. Je lebhafter aber die Flamme und Hitze des brennenden Körpers ist, desto weniger entstehet Rauch, wie bey der argandischen Lampe, in welchem Falle der Körper in einem hohen Grade zersetzet wird. Je unvollkommener hingegen die Verbindung eines Körpers von Statten gehet, desto mehr sendet er Rauch aus. Es rührt daher der Rauch von einer nicht gänzlich vollendeten Zersetzung des brennenden Körpers her. Nach dem neuern Systeme findet dieß Statt, so lange das Sauerstoffgas den Rauch nicht mit Wärme und Licht zugleich auflöset.

Es enthält der Rauch größtentheils die flüchtigen Theile des verbrennenden Körpers, welche oft mit sehr vielen andern groben Theilchen desselben, oft aber auch mit Wasserdampf vermischt und verunreiniget sind. Er besteht daher aus erdigen, öligen, wässerigen und salzigen Stoffen, welche in Dampfgestalt durch die Einwirkung des Feuers fortgetrieben und entweder mit der atmosphärischen Luft vermischt werden, oder an kalte Körper, welche im Wege sind, anleget, und so den **Ruß** bildet. M. s. **Ruß.**

Es gibt Körper, besonders flüssige, welche bey gewissen starken Wärmegraden an der Luft ohne Zersetzung in Dampfgestalt fortgehen. Diese sichtbaren Dämpfe nennt man im

gemeinen Leben auch Rauch, ob sie eigentlich wohl nichts sind, als durch die Wärme fein zertheilte Theilchen des Körpers selbst. So sagt man, kochendes Wasser und heiße Speisen rauchen. Auch nennt man den zersetzten Wasserdampf, welcher sich in die Luft erhoben und in kalten Luftschichten nach der Zersetzung sichtbar geworden ist, **Rauch** oder **Nebel**. M. s. **Nebel**.

Der Rauch steigt in der untern Luft auf, weil er durch die Wärme eine geringere specifische Schwere erhalten hat, als die untere Luft besitzet. Dieses Steigen des Rauchs dauert so lange, bis er in eine obere Luftschicht kömmt, welche specifisch eben so schwer, als er ist; alsdann sieht man ihn nach einer horizontalen Richtung fortziehen. Weil sich aber die Dichtigkeit der Atmosphäre bey uns oft und sehr merklich ändert, so kann es auch kommen, daß der Rauch nicht in die Höhe steigt, sondern vielmehr niederfällt. Dieß letztere erfolget besonders in sehr verdünnter Luft, wie z. B. auf sehr hohen Bergen, und besonders in der unter einer Glocke der Luftpumpe verdünnten Luft. Der Rauch des Aetna fällt jederzeit von der Spitze des Berges bis auf eine gewisse Tiefe herab, zieht alsdann wagrecht fort, und bildet auf diese Weise eine Wolke.

Der Rauch, welcher besonders bey den gewöhnlichen Lampen entsteht, wird oft durch die Kohlensäure zurückgehalten, welche dadurch sichtbar wird. M. s. **Gas, mephitisches**. Da nun hierdurch die Mischung des Rauchs mit der Kohlensäure etwas specifisch schwerer, als die atmosphärische Luft, wird, so sinkt sie in letzterer nieder. Auf diese Weise läßt sich Rauch aus einem Gefäße in ein anderes gießen, und wenn sie voll sind, laufen sie über, wobey der Rauch an ihren Wänden herabzufließen scheinet.

Rauh (asper, apre, inégal, raboteux). Man nennt einen festen Körper rauh, wenn an der Oberfläche desselben Erhöhungen und Vertiefungen merklich sich befinden. Alle feste Körper sind eigentlich rauh; denn selbst solche Körper, welche durch Kunst polirt und geschliffen sind, besitzen noch

auf

auf ihrer Oberfläche eine Menge von Erhabenheiten und Vertiefungen, welche besonders durchs Mikroskop wahrzunehmen sind. Wir können daher wohl die Rauhigkeit der festen Körper ansehnlich vermindern, aber nie ganz aufheben; denn alle feste Körper sind poiös; wenn daher dergleichen Körper geschliffen und poliret werden, so stellen die Zwischenräume jederzeit die auf der Oberfläche vertieften Stellen vor, die Theile des Körpers selbst aber die Erhöhungen. Im gemeinen Leben nennt man auch diejenigen festen Körper, deren Rauhigkeit gering ist, **glatte Körper**. Bey allen flüssigen Körpern hingegen findet man auch durch die besten Vergrößerungsgläser keine Erhöhungen und Vertiefungen auf ihrer Oberfläche, mithin können auch solche Körper nicht rauh genannt werden; demnach sind alle flüssige Körper natürlich glatte Körper, obgleich auch hier die Atomistiker annehmen, daß Zwischenräume mit Theilen der flüssigen Materie abwechseln, und auf solche Art rauh genannt werden müßten; allein sie können dieß auf keine Weise durch irgend eine Erfahrung beweisen.

Die Rauhigkeit der Körper verursachet, daß zwey Körper, welche an einander hin verschoben werden sollen, hierzu eine größere Kraft erfordern, als wenn sie vollkommen glatt wären; denn es greifen die Erhöhungen des einen Körpers in die Vertiefungen des andern, und setzen dadurch dem Verschieben ein Hinderniß entgegen. Hingegen lehret die Erfahrung, daß zum Fortschieben eines auf flüssigen Körpern schwimmenden festen Körpers gewöhnlich eine weit geringere Kraft erfordert werde. M. s. **Reiben**.

Raum (spatium, espace). Mit diesem Worte bezeichnet man die Vorstellung der Ausdehnung der körperlichen Dinge. M. s. **Ausdehnung**. Denn mit der Vorstellung irgend eines Körperlichen ist auch nothwendig die Vorstellung der Ausdehnung mithin des Raumes unzertrennlich verbunden. Wäre gar nichts Körperliches vorhanden, so wäre auch gar kein Raum gedenkbar. Es ist daher der Raum eigentlich an sich nichts, sondern nur, mit **Kant** zu

reden, die Form der äußern Anschauung. Der Raum ohne Materie erfüllt als stetige Größe gedacht, oder Ausdehnung in die Länge, Breite und Dicke ist ein Gegenstand der Geometrie.

Körper, welche als zugleich coexistirend gedacht werden, und außerhalb einander sich befinden, geben die Begriffe von der Entfernung und Lage derselben unter einander, welches ohne die Vorstellung des Raums gar nicht gedenkbar wäre.

Ob es aber einen wirklich zerstreuet leeren Raum in der Körperwelt gebe, davon ist bereits unter dem Artikel, **Leere**, geredet worden.

Der Raum, welchen ein wirklicher Körper von bestimmter Größe einnimmt, wird der **Umfang** oder das **Volumen** des Körpers genannt. M. s. **Volumen**.

Auch versteht man noch in der Lehre der Bewegung unter dem Worte **Raum** die Länge des von einem Punkte zurückgelegten Weges. M. s. **Bewegung**.

Raum, **leerer**, **luftleerer**, s. **Leere**.

Raupensäure (acidum bombicum, acide bombique). Diese ist eine eigene in dem Seidenwurme, besonders im Zustande als Puppe, enthaltene Säure von einem stechenden Geschmack und einer bernsteingelben Farbe, deren Natur und Verhalten zu andern Körpern aber noch nicht genug untersuchet ist. **Chaussier** *) schied diese Säure aus der Puppe des Seidenwurmes dadurch, daß er den durch die Leinwand gepreßten Saft der Puppe mit Alkohol fällte, wodurch der schleimige Theil sich niederschlug, oder auch die zerdruckten Puppen mit Alkohol digerirte. Zu gleicher Zeit schied sich hierbey ein fettes, orangegelbes Oel und etwas Kleber ab. Durch gelindes Abdampfen des Weingeistes blieb die darin aufgelöste Säure zurück, welche noch Ammoniak enthielt.

Auch

*) Ueber die Säure der Seidenraupen, aus den nouv. mémoir. de l'Acad. de Dijon sec. sem. 1783. 8. S. 70 f.; übers. in Crells chemisch. Annal. 1788. B. II. S. 516 f.

Auch bey andern Insekten hat man noch eine freye Säure entdeckt. So fand **Dehne** a) dergleichen in den Maywürmern (meloë proscarabaeus und maialis), und in dem aus ihren Gelenken quellenden Safte mit etwas Ammoniak verbunden; **Chaussier** in den Heuschrecken, Johanniswürmern und einigen andern Insekten; **Fourcroy** β) in den Stinkkäfern (buprestis) und Raubkäfern (staphylinus).

Herr **Gren** vermuthet, daß diese Säure, wie andere Säuren aus organischen Körpern, eine zusammengesetzte Grundlage habe.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. II. Halle 1794. 8. §. 619. 1620. Dess. Grundr. d. Chemie. Th. II. Halle 1797. 8. §. 950. **Girtanner** Anfangsgr. der antiphlogistischen Chemie. Berl. 1795. 8. S. 334.

Rautenglas, s. **Polyeder**.

Reaction, s. **Gegenwirkung**.

Reaumürisches Thermometer, s. **Thermometer**.

Rechtläufig (directus, direct). So wird die Bewegung eines Planeten oder Kometen, oder auch der Planet oder Komet selbst genannt, wenn er in seinem scheinbaren Laufe durch die Fixsterne der Ordnung der himmlischen Zeichen folget. M. s. **Folge der Zeichen**. Aus der Sonne betrachtet sind die Umlaufsbewegungen und Umdrehungen aller Planeten jederzeit rechtläufig. Allein unter den Kometen gibt es einige, deren Bewegung wirklich nach der entgegengesetzten Richtung erfolget. M. s. **Rückläufig**.

Recipienten (vasa recipientia, excipula, recipiens) heißen überhaupt diejenigen Gefäße, welche entweder zur Aufnahme flüssiger Materien bestimmt sind, die man sowohl aufsammeln, als auch durch irgend eine andere Bearbeitung verän-

a) Erfahrungen und chemische Versuche mit den Maywürmern; in Crells Auswahl der neuest. Entdeckung. Th. IV. S. 166 f. Versuche mit den Maywürmern; in Crells Beyträg. zu den chem. Annalen B. II. S. 445 f.

β) Elem. de chimie. 4. ed. T. IV. p. 474.

verändern will, oder in welche man mit Ausschluß der äußern Luft allerhand Verrichtungen mit Körpern vornehmen, und ihr Verhalten unter gewissen Umständen erforschen will.

So gebrauchet man bey der Luftpumpe gläserne Recipienten, unter welchen die Luft verdünnt oder verdichtet werden kann. Diese haben gewöhnlich die Form von einem Cylinder, welcher am obern Theile halbkugelförmig zuläuft, damit sie wegen der Wölbung von dem Drucke der Atmosphäre nicht zersprengt werden können, welches bey platten Flächen bey geringer Verdünnung der Luft erfolgen würde. Wegen dieser Gestalt haben sie auch den Nahmen der **Glocken** erhalten. Ihr unterer Rand muß genau abgeschliffen seyn, damit sie an den Teller der Luftpumpe fest anschließen. Um nun mit denjenigen Körpern, welche unter die Glocken gebracht werden sollen, die zur Absicht erforderlichen Behandlungen vornehmen zu können, müssen diese Glocken verschiedene Einrichtungen haben. Hiervon s. m. den Artikel **Luftpumpe**.

Bey chemischen Operationen haben die Recipienten, welche besonders **Vorlagen** genannt werden, nach der Absicht verschiedene Gestalten. Diese werden an den Hals oder Schnabel des Destillirgeräthes angefüget, um darin die Produkte der Destillation aufzufangen. M. s. **Destillation**. Sie müssen nach Beschaffenheit des Produktes theils von Glase, theils von Töpferzeuge, theils von Porzellan, theils von Metallen u. s. f. seyn.

Auch bey dem pnevmatisch-chemischen Apparate heißen diejenigen Gefäße, in welchen die aus andern Körpern entwickelten Luftarten gesammelt werden, Recipienten. Gewöhnlich haben diese die Form der Cylinder. M. s. **Pnevmatisch-chemischer Apparat**.

Reciprocation der Pendel (reciprocatio penduli, reciprocation du pendule). Soll nach der Behauptung einiger Naturforscher eine kleine Bewegung seyn, welche sich an einem langen, sonst ruhenden, Pendel aus der Ursache

zeiget,

zeiget, weil die Stelle des Schwerpunktes der Erde, folglich auch die Richtung der Schwere veränderlich ist.

Vermöge der Theorie der Ebbe und Fluth läßt es sich leicht übersehen, daß diejenigen Ursachen, welche die Ebbe und Fluth bewirken, die Lage der Oberfläche der Wasser und die darauf gerichtete Vertikallinie oder Richtung des Falles der Körper ein wenig ändern müssen. Hierbey kömmt es nun aber darauf an, ob diese äußerst geringe Veränderung bey irgend einem Bleylothe oder Pendel merklich seyn könne. Im siebenzehnten Jahrhunderte wollte ein Freund von Gassendi, Nahmens **Coligno de Peirins**, an einem Pendel von 30 Fuß Länge eine solche mit dem Gange der Ebbe und Fluth übereinstimmige Bewegung bemerket haben, womit das Pendel von 6 zu 6 Stunden etwas weiter nordwärts, und wieder zurückginge. Diese Bewegung wurde von Gassendi **Reciprocation** genannt, weil selbst die Ebbe und Fluth reciprocatio maris heißt. Die Geschichte dieser Versuche und die darüber geführten Streitigkeiten findet man in den Schriften der Pariser Akademie erzählt [a]); endlich ist von **Bouguer** [b]) durch sehr sorgfältige Versuche gefunden worden, daß die kaum merklichen Aenderungen, welche man etwa in der Richtung sehr langer Pendeln wahrnimmt, nichts regelmäßiges und periodisches zeigen, und folglich allein von bloß zufälligen und lokalen Ursachen herrühren, nie aber einen bestimmten Einfluß auf die Beobachtungen haben können.

Rectification, Rectificirung (rectificatio, rectification) heißt die Befreyung einiger flüssigen Materien durch einen angemessenen Feuergrad von fremdartigen Theilen, welche bey der erstern Destillation mit übergingen.

Wenn die fremdartigen Theile, von welchen die flüssige Materie befreyet werden soll, flüchtiger sind, als die zu befreyende Materie, so gehen die fremdartigen Theile in die Vorlage über, und die rectificirte Materie bleibt in den De-

a) Histoir. de l'Academ. royal. 1742.
b) Sur la direction, qu' affectent les fils-à-plomb; in mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1754. p. 250 sq.

stillirgefäßen zurück. Wenn das übergegangene mehr wässerichte Theile sind, so nennt man auch die Operation die **Dephlegmirung, Concentrirung, Entwässerung.** Ist hingegen diejenige flüssige Materie, welche man rein verlanget, flüchtiger, als die damit verbundenen fremdartigen Theile, welche folglich bey der Destillation in den Destillirgefäßen zurückbleiben, so heißt diese Operation eine eigene **Rectification.** Von dieser Beschaffenheit ist die Rectificirung der wesentlichen Oele und des Weingeistes.

Solche flüssige Materien, welche eine Weingährung erleiden, geben nach dieser vollendeten Gährung durch die Destillation den **Weingeist** (vinum adustum, eau de vie), welcher aber noch viele wässerichte Theile enthält, und daher noch nicht rectificirter Weingeist genannt werden kann. Unterwirft man aber diesen gewonnenen Weingeist einer nochmahligen Destillation bey ganz gelindem Feuer, so wird besonders der zuerst übergegangene Weingeist weit weniger wässerichte Theile enthalten, und daher schon rectificirter Weingeist genannt werden können. Will man jedoch einen so viel möglich recht guten rectificirten Weingeist gewinnen, so muß die Destillation des gewöhnlichen Branntweins im Großen unternommen werden, um eine hinlängliche Menge bey einem sehr geringen Feuergrade, ehe sich noch die wässerichten Theile erheben können, in der Vorlage als rectificirten Weingeist zu erhalten. Nach **Baumé's** Vorschrift gewinnt man mit 300 Pinten Branntwein 12 bis 15 Pinten rectificirten Weingeist.

M. s. **Macquer** chymisches Wörterbuch. Artik. Rectificiren.

Reduction (reductio, reduction). Bey vielen Beobachtungen erhält man Resultate, welche von gewissen dabey vorfallenden Umständen abhangen, und folglich ganz anders ausfallen müssen, wenn diese Umstände sich ändern, und eben die Bestimmungen der Resultate, welche unter diesen oder jenen Umständen erfolgen müßten, nennt man die **Reduction** derselben auf diese Umstände.

Auf

Auf solche Art waren die Längen und Breiten der Fixsterne in **Zipparchs** Sternverzeichnisse aus alten 150 Jahr vor Christi Geburt gemachten Beobachtungen bestimmt. Weil durch das Vorrücken der Nachtgleichen die Längen der Gestirne geändert werden, so reducirte **Ptolemäus** die Angaben auf das, was sie im Jahre 137 nach Chr. G. seyn mußten, und die Araber reducirten sie weiter auf das, was sie vor 880 nach Chr. G. seyn mußten. Alles dieß waren also Reductionen des alten Verzeichnisses auf andere Jahre. M. s. **Fixsternverzeichnisse.**

Eben so kann bey einerley Druck der Atmosphäre, aber bey verschiedenem Wärmegrade das Barometer nicht einerley Höhe zeigen. Wenn man daher bey einer gewissen Temperatur die Barometerhöhe beobachtet hätte, so würde auch diese bey eben demselben Druck der Atmosphäre, aber bey einem andern Wärmegrade anders ausfallen. Die Verwandlung der beobachteten Barometerhöhe in die andere bey verändertem Wärmegrade würde alsdann die Reduction derselben auf die andere Temperatur seyn. Belehrungen hiervon findet man unter dem Artikel **Barometer.**

Wenn man mehrere Bestimmungen, welche aus verschiedenen Beobachtungen unter veränderten Umständen sind abgeleitet worden, mit einander zu vergleichen hat, so müssen diese alle zuvor auf einerley Umstände reduciret werden, weil man sonst Größen mit einander vergleichen würde, die sich nicht auf einerley Einheiten bezögen. Hierbey ist es am rathsamsten, eine gewisse Beschaffenheit der Umstände, als allgemeine Norm, anzunehmen, und alle unter verschiedenen Umständen gemachte Beobachtungen auf die allgemeine Norm zu reduciren. So hat z. B. **de Lüc** zur Normaltemperatur $16\frac{3}{4}$ reaumürische Grad angenommen, und hierauf alle Barometerbeobachtungen reducirt. M. s. **Normaltemperatur.**

Reduction der Metallkalke, Wiederherstellung der Metalle aus ihren Kalken (reductio, reduction) heißt in der Chemie diejenige Operation, durch welche man

die metallischen Kalke und Gläser wieder in regulinisches Metall verwandelt. M. s. Metalle, Kalke, metallische.

Die Wiederherstellung der Kalke und Gläser aller unedlen Metalle erfordert jederzeit den Zusatz von einer brennbaren Materie, z. B. von Kohle, oder von solchen Dingen, welche eine Kohle zu liefern im Stande sind, als Kohlenstaub, Fett, Talg, Seife, Oel, Pech, Harz, schwarzer Fluß u. s. f. Solche brennbare Substanzen, welche entweder selbst, oder deren Produkte das entstehende Metall etwa aufzulösen vermögend sind, wie z. B. Schwefel und Schwefelleber, schicken sich hierzu nicht.

Die metallischen Kalke verlieren bey der Reduction die Zunahme des absoluten Gewichtes, welche die Kalke und metallischen Gläser hatten, und das wiederhergestellte Metall hat alle Eigenschaften wieder erlangt, welche es zum regulinischen Metall machen, als Glanz, Dehnbarkeit, Mangel der Verwandtschaft mit Erden im Flusse u. s. w.

Die Reduction der Metallkalke und Gläser erfolget um desto schwerer, je strengflüssiger sie sind, oder je weiter ihre Verkalkung getrieben worden ist. Bey denjenigen Metallen, welche flüchtig sind, geschiehet die Reduction am besten in verschlossenen Gefäßen durch eine Art von Sublimation.

Damit die Reduction der Metallkalke und der Gläser gut von Statten gehe, so ist nöthig: 1. daß man den Zutritt der äußern Luft zu dem zu reducirenden Metalle sorgfältig abhalte, damit es nach und bey der Reduction nicht von neuem verkalket werde, und also die Operation zum Theil vergeblich sey; 2. daß man die zu reducirenden Kalke oder Gläser der Metalle mit der zureichenden Menge von brennbaren Dingen versetze, und genau damit vermenge; 3. die Schmelzung und Scheidung des Metalls von den Schlacken durch den Zusatz solcher Materien befördern, die als Flüsse wirken, z. B. feuerbeständige Alkalien, Borax, damit das wiederhergestellte schwerere Metall sich desto leichter aus der dünnflüssigen Schlacke zu Boden setze; 4. Anfangs nur ein mäßiges Feuer gebe, um das gar zu starke Aufschwellen zu vermei-

Digitized by Google

vermeiden, es aber auch hernach so weit verstärken, daß nicht nur das Metall, sondern auch die Schlacken in einen dünnen Fluß kommen.

Die Kalke der edlen Metalle haben vor den der unedlen das eigene, daß zu ihrer Wiederherstellung kein Zusatz einer verbrennlichen Materie nöthig ist, sondern daß sie beym Schmelzen im Glühefeuer für sich aus dem kalkförmigen in den regulinischen Zustand übergehen. In dieser merkwürdigen Eigenschaft kommt auch das Quecksilber mit den edlen Metallen überein. Es läßt sich durch anhaltende Erhitzung unter dem Zutritt der respirabeln Luft in einen rothen Kalk verwandeln, und ist also hierin den unedlen Metallen ähnlich; aber dieser Kalk wird durch bloßes Glühen für sich allein wieder zum regulinischen Quecksilber.

Wie die Reduction der Metallkalke und der Gläser nach dem phlogistischen und antiphlogistischen Systeme erkläret werden, ist bereits unter dem Artikel, **Metalle**, angeführet worden.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 2172 u. f.

Reflexion, s. Zurückwerfung.

Reflexionswinkel, s. Zurückwerfungswinkel.

Refraktion, s. Brechung.

Refraktionswinkel, s. Brechungswinkel.

Regen (pluuia, pluie). Unter diesem Worte versteht man, wie bekannt, das Herabfallen des Wassers in Gestalt von Tropfen aus den Wolken.

Es ist ausgemacht, daß alle Dünste, welche in der Atmosphäre sichtbar sind, d. i. Nebel und Wolken, wirkliches Wasser in Gestalt von Dunstbläschen enthalten. M. s. **Wolken**. Es entstehet also der Regen, wenn diese Dunstbläschen aus irgend einer Ursache zerplatzen, damit sie sich zu Wassertropfen von hinlänglicher Größe vereinigen, und sodann herabfallen können. Nach dem gewöhnlichen Gange der Natur fällt kein Regen anders herab, als aus den Wolken, und zwar ist der Regen desto stärker, je dicker und schwär-

schwärzer die Wolken sind. **Muschenbroek** will indessen im Sommer bey einer Windstille und drückenden Hitze beobachtet haben, daß einige Tropfen bey heiterm Himmel herabgefallen sind.

Man war sonst wohl der Meinung, daß der Regen jederzeit als tropfbares Wasser aus den Wolken herabkomme, wenn diese in der atmosphärischen Luft unterhalb der beständigen Schneegrenze schweben, und die niedrigern Luftschichten nicht unter dem Eispunkt erkaltet sind; im entgegengesetzten Falle aber entstünden Schnee und Hagel. Allein die Erfahrungen haben unwidersprechlich gelehret, daß Schnee und Hagel in sehr niedrigen Luftschichten, selbst bey großer Wärme der Atmosphäre, entstehen können. M. s. **Hagel.** Uebrigens kann auch der Schnee in den obern Luftschichten beym Herabfallen in wärmere Luftschichten kommen, daselbst schmelzen und nun in Regen sich verwandeln, wie Beobachtungen in Menge beweisen.

Die gewöhnlichen Erscheinungen, welche bey der Entstehung des Regens Statt finden, sind folgende: Vor dem Regen zeigen sich hier und da schwebende Wolken, welche sich nach und nach vereinigen, und zuletzt als eine völlig zusammenhängende Wolke den ganzen sichtbaren Himmel bedecken. Sobald sich alsdann die Dunstbläschen, welche die zusammengetretenen Wolken enthielten, aus irgend einer Ursache in Tropfen von hinlänglicher Schwere verwandeln, so fängt es zu regnen an. Je mehr nun diese Wolken Wasser enthielten, desto größer sind die Regentropfen und umgekehrt. Indessen überziehet sich der Himmel nicht alle Mahl mit Regenwolken, sondern es schweben nur hier und da einzelne dichte und schwarze Wolken von verschiedener Größe, aus welchen der Regen herabfällt. Dieser Regen, welcher **Strichregen** genannt wird, hört auf, sobald entweder die Wolke völlig das Wasser herabgesendet hat, oder durch Einwirkung der Sommerwärme wieder in undurchsichtigen Dampf verwandelt, oder auch durch Wind in andere Gegenden getrieben wird. In bergigen Gegenden besonders werden oft viele

viele Wolken von den Bergen angezogen, bleiben an ihnen vielmahls Tage lang hängen, und werden von ihrem Wasser durchs Einsaugen nach und nach befreyet. Bey den gewöhnlichen **Landregen**, da der ganze Himmel von einer Wolke beynahe gleichförmig überzogen ist, fallen die Tropfen gewöhnlich von gleicher Größe herab; ist aber der Himmel nach einer Gegend hin dunkler, als nach der andern, so sind auch die Tropfen, welche von jener Gegend herkommen, größer und häufiger, als in diesem Falle. In der Regel fängt es überhaupt bey dem Landregen mit kleinen Tropfen zu regnen an, diese werden aber nach und nach größer bis zu einem gewissen Grade, alsdann hört zuletzt der Regen wieder mit kleinen Tropfen auf.

Oft bilden sich selbst bey der heitersten Witterung plötzlich starke und dicke Wolken, welche die größten Tropfen und vielfältig Hagel herabsenden, und auf diese Weise ganze Fluren überschwemmen. Ja die Verdichtung solcher Wolken ist oft so stark, daß das Wasser in großen Massen herabfällt, und große Verheerungen anrichtet. Dergleichen Regen nennt man **Platzregen** (imbres, pluies d'orage), und **Wolkenbrüche** (fracturae nubium, exhydriae). Geschiehet hingegen die Verdichtung der aufgestiegenen Dämpfe allmählig, und diese fängt sich besonders in den untern Luftgegenden an, und geht langsam nach oben zu fort, so bilden sich sehr kleine Tropfen, welche langsam herabfallen, und es entsteht ein **Staubregen** (psecas). M. s. **Naß Niedergehen.**

Was die Größe der Regentropfen betrifft, so beträgt der Durchmesser derselben selten über ¼ rheinl. Zoll; aber näher nach dem Aequator hin sollen die Regentropfen manchmahl über einen Zoll im Durchmesser besitzen. Wegen des Widerstandes der Luft, und besonders auch wegen des Windes, der oft beym Regenwetter sich einfindet, fallen die Regentropfen, besonders wenn sie klein sind, langsam, und nicht mit beschleunigter, sondern mit gleichförmiger Bewegung herab.

Weil im Luftkreise manche leichte Substanzen theils durch die Wärme, theils auch durch Winde erhoben, und in selbigem lange Zeit erhalten werden können, so ist es gar nicht zu verwundern, wenn der Regen bisweilen fremdartige Dinge herabbringt, welche selbst dem herabgefallenen Wasser eine gewisse Farbe geben. So fällt bisweilen mit dem Regen Erde, Staub, Sand, Blumenstaub von Pflanzen, besonders von Nadelhölzern, Samen von Pflanzen, Asche aus den Vulkanen u. dergl. herab. Unfehlbar geschiehet es auf diese Art, daß besonders starke Gewitter zuweilen sogar kleine Frösche von der Erde in die Höhe ziehen, und nicht nur auf derselben an trockenen Oertern, sondern auch auf den Dächern der Häuser zurücklassen. Daher ist es ohne Zweifel gekommen, daß man in dem Alterthume, und in den mittleren abergläubischen Zeiten oft wunderbare Arten von Regen erwähnet findet, wobey aber auch manches für eine gewisse Art von Regen ist gehalten worden, was gar nicht aus der Atmosphäre herabgekommen ist.

So wird der **Schwefelregen** von **Spangenberg** [a]), und von andern Schriftstellern, welche **Musschenbroek** angeführet hat, häufig angeführet. Im Jahre 1677 fiel nach **Scheuchzer** [β]) ein gelber Regen in solcher Menge herab, daß auf dem Zürchersee und den nahe gelegenen Brunnen ein gelbliches Pulver schwamm. Auch beobachtete dieß **Hollmann** [γ]) 1749 in Göttingen, und **Grischow** in Berlin. Am 19ten April 1761 fiel zu Bourdeaux mit dem Regen ein gelbes Pulver herab, welches den Boden hier und da auf 2 Linien hoch bedeckte; es wurden hiervon Proben an die Akademie nach Paris geschickt, und die Physiker erkannten es einstimmig für den Blumenstaub von Tannen, welche um Bourdeaux häufig sich befinden, und gerade zu dieser Zeit blüheten.

Auch

a) Mannsfeld. Chronik beym J. 1658.

β) Meteorologia Helvet. p. 14

γ) Comment. Goetting. Vol. II. p. 59.

Digitized by Google

Auch werden so genannte **Blutregen** von **Homer** [α]), **Cicero** [β]), **Livius** [γ]), **Plinius** [δ]) und andern häufig angeführet. Von einem solchen angegebenen Blutregen erzählet **Gassendi** [ε]), **Peiresc** habe die rothen Flecken, welche man für Spuren der Regentropfen hält, auch an bedeckten Orten gefunden, und zugleich entdeckt, daß sie von gewissen kleinen rothen Insekten herrührten, dergleichen auch **Hildebrand** [ζ]) 1711 im Regen gefunden hat. Auch gibt es kleine Schmetterlinge, welche dergleichen rothe Flecken, wenn sie auskriechen, an den Mauern der Häuser zurücklassen, und in einigen Jahren sehr häufig sind. Gleichwohl führet **Bergmann** an, daß am 9ten October 1764 zu Cleve, Utrecht und an mehreren Orten wirklich ein röthlicher Liquor im Regen herabgekommen sey.

Ferner hat man so genannte **Weizen-** und **Kornregen** angeführet, welche nach **Musschenbroek's** Meinung durch Taxussamen und Wespenlarven, die der Wind umhergestreuet habe, sind veranlaßt worden. Regnet es in Gegenden, wo das kleine Schellkraut (ranunculus ficaria, chelidonium minus) häufig wächst, so entblößt der Regen die feinen Wurzeln desselben, und die kleinen umhergestreueten Zwiebeln desselben können leicht für herabgefallene Körner angesehen werden. So genannte **Stein-, Sand-** und **Aschenregen** sind unstreitig daher abzuleiten, daß dergleichen Materien durch starke Winde in die Atmosphäre gebracht, und selbst an weit entlegenen Oertern durch den Regen wieder herabgebracht werden. Andere Arten von Regen, als Milch- Fleisch-Regen u. dergl. sind wohl nichts weiter, als fabelhafte Erzählungen.

Manche Regen bringen aus der Atmosphäre so viele Elektricität herab, daß sie leuchten. So sahe **Bergmann** im

α) Iliad. Rhaps. λ.
β) De divinat. Lib. II.
γ) Lib. XLII. §. 20.
δ) Histor. natural. Lib. II. c. 56.
ε) Vita Peirescii. Lib. II.
ζ) Acta litter. Svec. an. 1731. p. 25.

im Jahre 1759 im Sept. zwey dergleichen Feuerregen, deren Tropfen auf dem Felde und gegen andere Körper Funken gaben, so daß es in diesen beyden dunkeln Nächten nicht anders aussah, als ob das ganze Feld mit Feuer überzogen wäre. Er war der Meinung, daß das Tagliche oft ein Hinderniß seyn würde, dergleichen Regen für leuchtend zu erkennen.

In Ansehung der Anzahl der Tage, an welchen es regnet, findet eine sehr große Ungleichheit Statt. **Kraft** α) rechnet in Petersburg jährlich nicht mehr als 40 solcher Tage, **Musschenbroek** in Leiden 107; **Lambert** zählte in Chur 118 heitere, 112 trübe und 115 Regentage, und **Bergmann** für Abo in Schweden jährlich 146 Regentage. Es gibt Länder, wo es sehr selten regnet, und in den heißen Ländern regnet es gewöhnlich in denjenigen Monathen, wo die Sonne am höchsten steht. Ein ziemlich großes Verzeichniß von den Regenzeiten verschiedener Länder gibt **Musschenbroek** β) aus Reisebeschreibungen an, woraus erhellet, daß dabey fast alles von der Lage gegen Meer, Seen, Flüsse, Gebirge und Waldungen abhange.

Weil das Wasser, welches durch den Regen herabfällt, mit zu den wohlthätigsten Wirkungen der Natur gehöret, indem dadurch nicht allein die Vegetation befördert, die Luft gereiniget und erfrischt, sondern auch Nahrung den Quellen und Flüssen dadurch gegeben wird; so kömmt es vorzüglich auf die Frage an, wie groß die Menge des Wassers sey, welche jährlich auf die Oberfläche der Erde herabfalle? Um diese Menge des Wassers bestimmen zu können, haben die Naturforscher ein besonderes Werkzeug erfunden, welches den Nahmen **Regenmaß** erhalten hat. M. s. **Regenmaß**. Es wird nämlich hierdurch die Menge so bestimmt, daß man sie durch die Höhe ausdruckt, in welcher das gefallene Wasser die Fläche, welche es traf, bedecken würde, wenn es sich gleichförmig über selbige verbreitete. Seit der Mitte des

α) Comment. Acad. Petropol. Vol. IX. p. 348.
β) Introduct. ad philosoph. natural. Tom. II. §. 2365.

des achtzehnten Jahrhunderts hat man angefangen, Beobachtungen hierüber zu sammeln, welche gelehret haben, daß in verschiedenen Ländern auch verschiedene Mengen Wasser aus der Atmosphäre herabfallen. Folgende Angaben, welche **de la Metherie** mittheilet *), sind die Resultate der mittleren Mengen mehrerer Beobachtungen:

In Paris beträgt die Menge des gefallenen Regenwassers ——	20 Zoll	2 Linien
In London —— ——	21 —	1,8 —
In Bristol —— ——	21 —	4 —
In Lancaster —— ——	42 —	— —
In Padua —— ——	33 —	5 —
In Rom —— ——	28 —	6 —
In Neapel —— ——	35 —	— —
In Vicenza —— ——	42 —	3 —
In Tolmezzo im venetianischen Friaul und auf den Alpen ——	82 —	8 —
In Udine im venetianischen Friaul	71 —	1 —
In Garfagnana ——	92 —	8 —
In Bologna —— ——	24 —	— —
In Algier, nach Shaw ——	27 —	6 —
In Bern —— ——	39 —	10 —
In Utrecht —— ——	27 —	2 —
In Franecker in Frießland ——	28 —	6 —
In Grenada —— ——	105 —	— —
In Tivoli (auf St. Domigno)	100 —	— —
In Leogana (auf St. Domigno)	50 —	— —
Auf dem Cap von St. Domigno	132 —	— —
In St. Lucie —— ——	42 —	— —
In Upsal —— ——	14 —	5 —
In Abo —— ——	24 —	3 —

Hieraus sieht man, daß die Verschiedenheiten in Ansehung des gefallenen Regens außerordentlich groß sind. So fallen z. B. in Garfagnana, auf den friaulischen Alpen in einem Jahre gegen 100 Zoll Regenwasser, indessen in einigen

*) Theorie der Erde: a. d. Franz. Th. II. S. 271 f.

Digitized by Google

gen andern Gegenden von Italien, wie in Bologna, nur ungefähr 24 Zoll fallen; diese große Verschiedenheit rühret vermuthlich daher, weil die Alpen die Wolken aufhalten, und sie, so zu sagen, nöthigen, ihr Wasser fahren zu lassen, welches mannichmahl in einer Zeit von 3 Tagen zu einer Höhe von 24 Zollen anwächst. Die mittlere Menge des Regens beträgt längs dem adriatischen Meerbusen 26 Zoll, in ganz Italien aber 42 Zoll. Die mittlere Menge des Regenwassers, das auf sehr hohen Bergen fällt, und Gelegenheit gibt, daß große Flüsse austreten, und große Ueberschwemmungen verursachen, muß außerordentlich groß seyn, und wirklich übersteigt die Menge, welche auf den Bergen Abyssiniens, auf den Cordilieren, auf dem Gebirge Gates u. s. f. fällt, noch die Menge, welche in Friaul aus der Atmosphäre herabkömmt; in St. Domigno beträgt die Menge des gefallenen Wassers auf 120 bis 140 Zoll.

In den ebenen Gegenden der heißen Länder fällt sehr wenig Wasser aus der Atmosphäre herab, und es gibt sogar Länder, unter welche Aegypten und Persien gehören, in welchen es fast nie regnet; indessen fällt in solchen Ländern außerordentlich viel Thau, welcher oft das Erdreich sehr anfeuchtet; so ist zuweilen der Boden auf den Straßen in Kairo sehr weich und naß, und diese Nässe ist bloß eine Wirkung des Thaues.

Nach der Versicherung des **Dom Ulloa** regnet es in den Thälern von Peru nie; aber die wässerichten Dünste verwandeln sich hier in eine Art von Thau oder Staubregen, welchen die Bewohner dieser Thäler **Garua** nennen. Ueberhaupt muß man annehmen, daß durch die Wirkung des Thaues eine ansehnliche Menge Wasser, die man aber noch nicht berechnet hat, auf die Erde herabfällt. Herr **Casan** *) hat sich Mühe gegeben, die Menge des Thaues zu bestimmen, welche zu St. Lucie, auf den antillischen Inseln, fällt; er schätzt sie für eine Nacht auf $\frac{1}{5}$ einer Linie, und dieser Annahme zufolge, würde sie also in einem Jahre 73 Linien oder

*) Journal de physique. 1790. May. S. 381.

oder 6 Zoll und 1 Linie betragen. Die Menge dieses Thaues hängt nicht von dem Regen ab, der in diesen Gegenden fällt, und dessen Menge nach Casan's Beobachtungen 36 Zoll beträgt.

In den nördlichen Ländern fällt weniger Regenwasser auf die Erde herab, als in den südlichen Gegenden; in Abo z. B. beträgt dieses Wasser nur 24 bis 25 Zoll und in Upsal 14 bis 15 Zoll; indessen muß man hier etwas auf die Nebel rechnen, die in den nördlichen Gegenden so gewöhnlich sind; man hat aber noch nicht versucht, zu bestimmen, wie viel Wasser auf diese Art auf die Erde gebracht werden möge.

In unsern Gegenden macht die mittlere Menge Wasser, welches durch den Regen auf die Erde fällt, 21 Zoll aus; allein der Thau und die Nebel reichen auch eine ansehnliche Menge Feuchtigkeit dar. Nach Hales *) Berechnungen gibt der Thau ungefähr 3,39 Zoll Wasser. Dieser Bestimmung gemäß würde also die ganze mittlere Menge Wasser, die jährlich in Paris und in London aus der Atmosphäre herabkömmt, 24 Zoll betragen. In Ansehung anderer Länder mangelt es an bestimmten Angaben.

Was das Regenwasser betrifft, welches auf die Oberfläche des Meeres fällt, so läßt sich darüber nichts gewisses bestimmen, weil in dieser Rücksicht keine sorgfältige Beobachtungen sind angestellet worden. Indessen scheint es, daß diese Menge geringer seyn müsse, als die, welche auf das feste Land fällt, weil dieses durch seine hohen Berge die Wolken verdichtet; überdem ist es auch gewiß, daß die Winde viele Wolken, die sich über dem Meere bilden, auf das feste Land treiben.

Aus diesem Angeführten erhellet, daß wir aus Mangel an hinreichenden Thatsachen und Angaben, die Menge des Wassers, das auf die ganze Oberfläche der Erde herabfällt, nicht mit Sicherheit bestimmen können. Bergmann glaubt jedoch, daß man die jährliche Menge, als allgemeines Mittel, auf 30 Zoll schätzen könne; es regne zwar an einigen

*) Statique de végétaux. p. 43.

einigen Orten fast gar nicht, und in Europa betrage meistens die mittlere Höhe nur 15 bis 30 Zoll; allein es gebe noch Orte, wo es fast immer regne, und andere, wo das Wasser zu gewissen Zeiten fast herunter gegossen werde. De la Metherie hingegen nimmt die mittlere Menge des Wassers, welche durch den Regen, Thau und die Nebel auf die ganze Oberfläche des Erdkörpers gebracht wird, auf 24 bis 26 Zoll an. Im Ganzen muß nun der Niederschlag aus dem Luftkreise eben so viel wieder abführen, als die Summe aller Ausdünstungen zuführet, weil sonst der Luftkreis ein beständiges Zu- und Abnehmen seines Gewichtes zeigen müßte, dergleichen aber die Barometer nicht angeben.

Das atmosphärische Wasser ist gewöhnlich unter allen Gewässern das reinste, und daher zu chemischen Operationen eben so brauchbar, wie das destillirte, wenn es mit der gehörigen Vorsicht aufgefangen wird. Es muß nämlich bey einem stillen Regen ohne Sturm, und wenn es bereits eine Zeit lang geregnet oder geschneyet hat, unterm freyen Himmel, nicht von Dächern, in irdenen, oder noch besser in gläsernen Gefäßen aufgesammelt werden. Gleichwohl enthält es nach Marggraf a) und Bergmann b) noch immer etwas salzsäurehaltiges Kalksalz und einen geringen Antheil Salpetersäure.

Gewöhnlich fällt das Barometer, wenn sich die Witterung auf Regen neigen will, steigt aber wieder, wenn der Himmel heiter werden will. Diese Regel ist jedoch nicht ohne vielfältige Ausnahme. M. s. Barometerveränderungen.

Weil der Regen eine so allgemeine Erscheinung ist, so hat es auch schon in den frühesten Zeiten nicht fehlen können, sich um die Ursache der Entstehung desselben zu bekümmern. Es war leicht, darauf zu verfallen, daß die Entstehung des Regens der umgekehrte Prozeß von dem Aufsteigen der Dünste sey. Man nahm daher an, daß das Wasser

a) Chymische Schriften. Th. I. Num. XVIII. §. 7.
b) De analysi aquarum. §. 4.

Wasser in sehr feinen Theilchen zertheilet, oder in dünnen mit einer feinen Materie angefüllten Bläschen entweder durch die Einwirkung der Wärme, oder durch ihre specifische Leichtigkeit in die obern Gegenden des Luftkreises gebracht würden; daselbst sammelte sich nun das Wasser unter der Gestalt der Wolken an, und bleibe im Luftkreise so lange schwebend, bis die Menge zu groß würde, oder die Theilchen zu dicht an einander kämen, um in der Luftschicht, in welcher sie schwebten, länger erhalten werden zu können. Durch die Vereinigung dieser Theile oder durchs Zerplatzen der Bläschen fiel alsdann dieß Wasser in Tropfen herab. Es war daher die nächste Ursache des Regens die Verdichtung der in die Atmosphäre aufgestiegenen Dünste. Eine solche Verdichtung könne aber durch Erkältung, Verdünnung der Luft, durch den Windstoß, besonders solcher Winde, die einander entgegengesetzet sind, und welche die Wolken gegen Berge treiben u. s. w. bewirket werden.

Diese Entstehungsart des Regens schien natürlich mit dem einfachsten Gange der Natur so zusammen zu stimmen, daß man sie lange Zeit als wahr angenommen hat. Nachdem man aber in der Folge mehrere Beobachtungen und Versuche, besonders über die Verdampfung des Wassers, auch mit Beyhülfe der Hygrometer, angestellet hatte, so glaubte man, daß unmöglich die Entstehung des Regens als das Umgekehrte von der Verdunstung angenommen werden könne. Daher hat man in den neuern Zeiten versuchet, die Entstehung des Regens auf andere Arten zu erklären und sie mit Erfahrungen, so viel möglich, zu unterstützen.

So nahm schon **Beccaria** *) außer den angeführten Ursachen der Verdichtung der aufgestiegenen Dünste noch die Elektricität zu Hülfe, deren Stärke sich an seinem Elektrometer ziemlich genau, wie die Menge des herabgefallenen Regens verhielt. Denn die Aehnlichkeit der Regenwolken mit den elektrischen Gewitterwolken, das Leuchten der Regen-

*) Lettere dell' elettricismo. Bologna 1754. 4 maj.

Regentropfen, die gleichförmige Verbreitung der Wolken und Tropfen, und das gewöhnliche Beyeinanderseyn der Gewitter und Regen zeigten offenbar das Daseyn der Elektricität an. Die Entstehung des Regens erklärte er nun auf folgende Art. Die Elektricität unserer Erde steige da, wo sie sich im Ueberfluß befinde, auf, und nehme eine große Menge Dünste mit in die obern Regionen. Eben diese Ursache nun, welche diese Dünste sammele, verdichte sich auch wieder, und bringe dadurch die Wassertheilchen so nahe zusammen, daß sie sich in Tropfen vereinigen und so als Regen herabfallen könnten. Die Wolke verbreite sich von dem Orte der Entstehung gegen diejenigen Stellen der Oberfläche der Erde, wo ein Mangel an Elektricität anzutreffen sey, und theile ihnen durch den herabgefallenen Regen so viel davon mit, daß dadurch das Gleichgewicht der Elektricität der Erde wieder hergestellet werde. Brachte sich **Beccaria** isolirt mit dem Reibzeuge der Elektrisirmaschine in Verbindung, und tröpfelte geschmolzenes Geigenharz in einen mit dem Conduktor verbundenen Löffel, so zog der Rauch längs seinem Arme und am ganzen Körper bis zu den andern mit dem Reibezeuge in Verbindung stehenden Arme hin, und bildete eine Wolke, deren untere Fläche mit den Kleidern parallel, die obere hingegen geschwollen und gewölbt war. Auf solche Art bildeten sich, wie er glaubte, die Regenwolken, indem sie den negativen Stellen der Erde die Elektricität der positiven zuführen. Diese Erklärung fand so vielen Beyfall, daß seit dieser Zeit die Elektricität als eine vorzügliche mitwirkende Ursache von der Entstehung des Regens ist betrachtet worden.

Nach **Musschenbroek's** *) Meinung entsteht der Regen hauptsächlich von den Winden mit Beyhülfe der Elektricität. Die Elektricität soll nämlich dienen, die Dünste von der Erde in die obern Regionen der Atmosphäre zu führen, und sie daselbst zu erhalten. Sobald also diesen Dünsten die Elektricität entzogen wird, so werden sie auch wieder herabfallen

*) Introduct. ad philos. natur. Tom. II. §. 2362.

fallen müssen. Begegnet nun eine Wolke von geringer Elektricität einer andern mehr elektrisirten folglich wasserreichern Wolke, und jene entziehet dieser Elektricität, so wird erstere höher in die Atmosphäre aufsteigen, diese aber sich senken und in Regen verdichten. Verliert sie aber durch eine einzige Begegnung einer Wolke nicht genug Elektricität, so wird sie in der Folge mehr Wolken antreffen, welche ihr mehr entziehen, bis sie ganz aufgelöset ist. Die Winde sind aber doch die Hauptursachen des Regens, nebst den Gährungen der Dünste, welche Wind erzeugen. Daher auf heiße Nachmittage und Abende, wo diese Gährungen stark sind, gemeiniglich in der Nacht und den Tag darauf Regen folget. Besonders verursachen diejenigen Winde Regen, welche 1. von oben herab auf die Wolken treffen, sie verdichten, ihre Elektricität wegnehmen, und die Dünste zusammendrucken, 2. welche Luft mit Dünsten vom Meere her über das Land führen, und gegen Berge, Anhöhen und Wälder treiben, durch deren Berührung die Wolken ihre Elektricität verlieren; daher auch in den gebirgigten Gegenden mehr Regen herabfällt, 3. welche gegen einander stoßen, und die Wolken zusammendrucken, wie im äthiopischen Meere, Guinea gegenüber, auch welche von allen Seiten zusammenstoßen und die Wolken plötzlich zu Wasser zerdrücken, welches oft in großen Massen aus der Luft herabfällt. Auch tragen die Wälder wegen ihrer starken Ausdünstung viel zum Regen bey. Eben wegen der sehr großen Wälder hat Schweden häufige Platzregen, und die Antillen waren vormahls weit feuchter, ehe daselbst die Wälder ausgerottet wurden. Noch führet **Bouguer** an, daß es in Peru von der Mündung des Guajaquil bis nach Panama, in einem mit Holze reich bewachsenen Striche von 300 Meilen, sehr oft regne, hingegen von Gaujaquil 400 Meilen weit mittagswärts, wo der Boden frey und sandig ist, gar kein Regen falle.

Diese und andere ähnliche Erklärungen über die Entstehung des Regens setzen also voraus, daß das Wasser als solches in der Atmosphäre zugegen sey, und bloß durch Kälte,

Winde, Elektricität und andere Ursachen verdichtet werde, und sodann als Regen herabfalle. Der Abt **Bertholon St. Lazare** leitet alle wässerichte Luftmeteoren aus Elektricität der Luft und Wolken her, welche der Elektricität der Erde ungleichartig ist, und zwischen beyden eine Anziehung verursachet. Hierdurch zieht entweder die Luft die Dünste aufwärts, wie beym Thau und Nebel, oder die Erde zieht sie niederwärts wie beym Regen. Sind viele Dünste in die Höhe gezogen worden, so fallen diese, wenn sich das Gleichgewicht wieder herstellet, wieder herab, woher die Platzregen entstehen; wenn die entgegengesetzten Elektricitäten von Dauer sind, so können auch die Dünste lange Zeit im Luftkreise erhalten werden u. s. w.

Da man aber bey allen diesen Erklärungen Schwierigkeiten fand, theils wegen des Aufsteigens des Wassers in der Luft, theils wegen anderer dabey vorkommenden Ereignisse, so suchte man die Entstehung des Regens aus der besonders von **le Roi** vorgetragenen Auflösungstheorie herzuleiten. Hiernach wird nämlich die Ausdünstung als eine chemische Auflösung des Wassers in Luft betrachtet; mithin schwebt das Wasser nicht in fein zertheilten Theilchen, sondern vielmehr in einer ganz andern Gestalt in der Luft, und besitzet, wie diese, Elasticität. Man muß daher auch annehmen, daß der Regen als eine Art von Niederschlag aus dieser Auflösung zu betrachten ist. Nun entsteht aber die Frage, auf welche Art ein solcher Niederschlag in der Atmosphäre erfolgen könne, und auch wirklich erfolge? Nach **le Roi** löset die Luft bis zum Sättigungsgrade mehr Wasser auf, je wärmer sie ist. Wird daher eine solche mit Wasser gesättigte Luftschicht erkaltet, so muß sie Wasser fahren lassen, und zwar um desto mehr, je kälter sie wird, eben so, wie sich in einer gesättigten Salzsolution Salz niederschlägt, wenn die warme Auflösung erkaltet. Nachdem aber die Herren **de Saussüre** und **de Lüc** diesen Gegenstand weiter zu untersuchen sich außerordentliche Mühe gaben, und aus ihren gemachten Beobachtungen zu folgern sich berechtiget hielten, daß auch diese Theo-

rie noch nicht vollständig alle Phänomene des Regens erkläre, so suchten sie mehr diese Sache aufzuklären, obgleich ihre Theorien sehr von einander abweichen.

Der Herr de Saussüre a) behauptet, wie bereits unter dem Artikel, **Dämpfe**, angeführet ist, daß der **reine elastische Dampf** ein durch Wärmestoff aufgelöstes und in Dampfgestalt gebrachtes Wasser sey. Dieser Dampf wird von der Luft aufgelöset, und es entsteht daher **aufgelöster elastischer Wasserdampf.** Wenn nun eine Luftschicht mit diesem Dampfe übersättiget ist, so schlägt sich ein Theil in kleinen Tröpfchen nieder, welche die erste Veranlassung zum Regen geben, oder sie bilden kleine Bläschen, welche bey ihrer Anhäufung die Nebel und Wolken verursachen. Die Bläschen entstehen nie anders, als in völlig gesättigter Luft, worin das Hygrometer die größte Feuchtigkeit zeiget; bisweilen lösen sie sich wieder auf, wenn durch Wärme oder andere Ursachen die Ziehkraft der Luft wieder zunimmt. Bisweilen bilden sich dergleichen Bläschen in ganz heiterer Luft augenblicklich und formiren eine Wolke. Nothwendig muß also hier eine Ursache da seyn, welche macht, daß dieser elastische Dampf augenblicklich sich in Bläschen verwandele, so wie diese Bläschen sich zu Wassertropfen verdichten müssen, wenn diese Ursache wegfällt. Herr de Saussüre ist geneigt, die elektrische Kraft für diese Ursache anzunehmen, weil die elastischen Dämpfe mittelst der Wärme oft sehr hoch steigen, und die elektrische Materie in dieser Höhe sehr frey wirke, daher auch diese Dämpfe eine leitende Verbindung zwischen der Erde und den obern Luftgegenden machen, durch welche Elektricität zu- und abgeführet werden könne. Daher erkläret er die schrecklichen Meteoren, welche die Dämpfe in großen Höhen hervorbringen. Auf solche Art entstehen Blitz und Donner bey den Ausbrüchen der Vulkane, Hagel und Nordlichter wirken auf das Elektrometer, Orkane, Wasserhosen u. dgl. scheinen Wirkungen elektrischer Ströme zu seyn, die von den Dämpfen höherer Gegenden angezogen werden

a) Essais sur l'hygrometrie, à Neuchâtel 1783. Essai III.

den u. s. f. Eben so möge auch wohl die Entstehung der Wolken und des Regens als die Wirkung einer gemäßigten Elektricität zu betrachten seyn.

Ist die Luft sehr durchsichtig, und die entfernten Gegenstände erscheinen vollkommen deutlich, so erfolget gemeiniglich Regen; hält die gute Witterung einige Tage an, so wird die Luft trübe und undurchsichtig. Dieser Umstand wird von **de Saussüre** auf folgende Art erkläret: wird die Luft bey heiterer Witterung durch ölichte oder andere nicht wässerichte Dünste trübe, so schweben sie in selbiger als Blasengestalt; mithin ist der Umstand vorhanden, welcher zur Erzeugung der Bläschen erfordert wird. Wenn also auch die Luft mit Feuchtigkeit gesättiget wäre, so fällt doch das Ueberflüssige nicht sogleich in Regen herab, sondern nimmt erst auf einige Zeit die Gestalt der Blasen an.

Was die Vertheilung der Dünste betrifft, so stellt sich **de Saussüre** den Gang derselben so vor: bey der äußersten Trockenheit der Luft werden bey Sonnenaufgang eine gewisse Menge Dünste aus der feuchten Erde von der Luft aufgelöset; die dadurch erweiterte und durch die Sonnenwärme ausgedehnte Luftsäule breitet sich abendwärts aus; die Luft steigt auch in die Höhe, und führt durch einen **vertikalen Wind** die Dünste mit sich. Dieser Abgang wird von der Nordseite her durch kältere und dichtere Luft zersetzt. Dieß dauret so lange fort, bis die Luft mit Feuchtigkeit gesättiget ist. In einer völlig gesättigten Luft verwandeln sich diese Dünste in Bläschen, und es bildet sich ein leichter Nebel auf der Oberfläche der Erde. Da sich indessen die Luft auch erwärmet, so werden die Bläschen durch selbige aufgelöset, und steigen mit dem ferner erzeugten elastischen Dampf durch den vertikalen Wind in die obern Regionen. Hier trifft die aufgestiegene Luft kältere Schichten an, mithin verdichtet sich ein Theil der mit ihr in die Höhe gebrachten aufgelösten Dünste, welcher Wolken oder Regen bildet, und der Erde alle aufgestiegene Feuchtigkeit wieder gibt. Also bleibt auch in diesem System die **Erkältung** die Ursache des Zurück-

sendens

senbens der aufgestiegenen Dünste, obgleich letztere durch Elektricität oder durch einen andern Umstand bisweilen noch eine Zeit lang in Gestalt der Bläschen zurückgehalten werden.

Dieser Erklärung von der Entstehung des Regens hat Herr de Lüc *) sehr viel entgegengesetzet. Denn nach den eigenen Versuchen des Herrn de Saussüre kann die mit Dünsten gesättigte Luft bey der Temperatur von ungefähr + 16° reaum. und 27 franz. Zoll Barometerhöhe höchstens nur 10 Gran Wasser im Cubikfuße Luft aufgelöset halten. Da nun 1 paris. Cubikfuß gegen 800 Gran wieget, so beträgt dieses Wasser nicht mehr als $\frac{1}{80}$ von dem Gewichte der Luft. Diese Menge aber verändere sich sogar noch, so wie die Luft dünner werde, und selbst könne sich die Luft nur zum Theil ihres Wassers entladen, indem sie nur ihre überflüssige Feuchtigkeit fahren läßt. Was bleibe denn also übrig, um Wolken und Regen zu bilden? — Eine solche geringe Menge niedergeschlagenen Wassers kann daher unmöglich hinreichend seyn, die oft einige Tage lang anhaltenden Landregen zu erklären, nicht zu gedenken der außerordentlichen Wassermenge bey Gewitterregen, welche man oft bey der trockensten Luft und geringer Veränderung der Winde entstehen sieht. Daraus erhelle nun offenbar, daß durch Erkältung der Luft die so oft entstehenden plötzlichen Regengüsse mitten in der Nacht unmöglich erkläret werden könnten. Der angeblich vertikale Wind sey durch gar keine Erfahrung bestätiget; vielmehr dehne sich die ganze erwärmte Luftmasse gleichförmig aus, und die mit Dünsten erfüllte untere Luft komme mit der obern kältern Luft nicht in Berührung, sondern hebe nur die letztere über sich, mithin sey gar keine Ursache der Verdichtung der Dünste vorhanden. Ueberdieß nehme de Saussüre an, daß die Erde selbst mit Wasser bedeckt oder wenigstens getränkt seyn müsse; das hieße aber nur den Regen nach dem Regen erklären. Endlich gestehe de Saussüre selbst ein, daß die Luft im Augenblicke des Regens sehr selten mit Feuchtigkeit gesättiget sey.

*) Neue Ideen der Meteorologie. S. 595 u. f.

Wenn die Abnahme der Wärme die Ursache der Entstehung der Wolken und des Regens wäre, so müßte jederzeit bey sonst gleichen Winden und heitern Tagen nach Sonnenuntergang Wolken und Regen sich einstellen. Gewöhnlich findet aber das Gegentheil Statt. Denn man sieht bey der stillsten Witterung nach Sonnenuntergang diejenigen Wolken, welche den heitersten Tag zu Mittage verdunkelten, nach und nach abnehmen und endlich gänzlich verschwinden. Dieser Fall ereignet sich mehrentheils im Sommer bey Nord- und Ostwinden und bey großen Barometerhöhen. Es scheint daher die Abnahme der Wärme durch die Abwesenheit der Sonne gar keinen Theil an der Existenz der Wolken zu haben; denn diese bilden sich und verschwinden in jedem Theile des Tages und der Nacht, und durch Ursachen, welche von den Veränderungen der Wärme gar nicht abzuhangen scheinen. Alles, was höchstens durch die Abnahme der Wärme hervorgebracht werden kann, sind der Thau und die niedrigen Nebel an der Erdfläche, weil hier noch Wasserdampf genug vorhanden ist, um dieses zu bewirken.

Noch eine andere Theorie des Regens, welche von D. **James Hutton** ist vorgetragen worden[a]), hat ebenfalls **de Lüc**[b]) geprüft. Diese Theorie stützt sich auf diesen Satz: daß, wenn zwey Luftmassen von verschiedenen Temperaturen sich mit einander vermischen, die Feuchtigkeit der neuen Masse größer sey, als die mittlere zwischen den Feuchtigkeiten, welche die beyden vereinigten Massen abgesondert hatten; oder welches einerley ist, daß die Verdunstung in einem größern Verhältnisse zunehme, als die Wärme. Aus diesem Satze erkläret D. **Hutton** zuerst die Erscheinung des Athmens der Thiere und des Dampfs vom siedenden Wasser, welche beyde nur in feuchter oder kalter Luft sichtbar werden; und hernach die Erfahrung von **Maupertuis**, daß

a) Transact. of the royal society of Edinburgh. Vol. I. Edinb. and Lond. 1788. 4. p. 41 — 86. übers. in Grens Journal der Physik. B. IV. S. 413 — 471.

b) Neue Ideen über die Meteorologie. S. 578 u. f.

daß zu Tornea, indem er eine Thür öffnete, die äußere Luft sogleich die heißen Dämpfe des Zimmers in Schnee verwandelte, welche in dicken weißen Wirbeln erschienen. Dieser Theorie gemäß entsteht bey jeder Vermischung von Luft unter verschiedenen Temperaturen ein Niederschlag, welche Ursache D. **Hutton** für zureichend hält, um alle Erscheinungen des Regens davon abzuleiten. Allein **de Lüc** zeiget, daß diese Ursache bey einer nicht völlig gesättigten Luft, nur eine augenblickliche Präcipitation, oder die Entstehung von Wolken und Nebel erklären, welche sogleich wieder verdampfen müssen, wenn das Gleichgewicht in der Temperatur der Mischung hergestellt wäre, eben so wie der Hauch, der Dampf des siedenden Wassers und die schneeförmigen Wirbel in der Thür des Zimmers sogleich wieder verdunsten, und unsichtbar werden.

Herr **de Lüc** selbst hat aus seinen vielfältig gemachten Beobachtungen eine eigene Theorie in seinen neuen Ideen über die Meteorologie vorgetragen, und dieselbe nachher in mehreren an **de la Metherie** gerichteten Briefen *) zu bestätigen gesuchet. Er behauptet, daß das Wasser, welches als Regen herabfällt, nicht in der Luft aufgelöset, sondern vielmehr in einem wahren luftförmigen Zustande in der Atmosphäre zugegen gewesen sey. Diesen Satz gründet er auf folgende anerkannte hygrologische Thatsachen: das unmittelbare Produkt der Ausdünstung lasse 1) das Hygrometer im Verhältnisse seines Ueberflusses, nach der Feuchtigkeit hin steigen, 2) wenn die Wärme in einer Luft, wo es in gewisser Menge verbreitet ist, abnimmt, so nimmt hier die Feuchtigkeit nach Anzeige des Hygrometers zu; vermehrt sich hingegen die Wärme, so nimmt die Feuchtigkeit ab, 3) bringt man in die Luft andere hygroskopische Substanzen, welche trockner sind, als die Mittel, so bringen sie dieselbe Wirkung, wie die Zunahme der Wärme, hervor. Daraus folgert nun Herr **de Lüc**, daß das Wasser, welches sich in der

*) Aus dem Journal de physique übers. in Grens Journal der Physik besonders im 4ten Briefe über den Regen. B. III. S. 287 u. f.

der Luft befindet, ohne auf das Hygrometer weder unmittelbar, noch durch Veränderungen der Wärme, oder in der Menge der hygroskopischen Substanzen, welche nicht so feucht sind, als die Luft, zu wirken, nicht mehr dem unmittelbaren Produkte der Ausdünstung zugehöre, es hat vielmehr seinen Zustand geändert. In diesem Zustande bleibt nun das ausgedunstete Wasser oft lange Zeit verborgen, ohne den heitern Himmel zu trüben. Es vermehre aber die Masse, mithin auch den Druck der Atmosphäre, und verursache daher, so lange die heitere Witterung daure, den hohen Stand des Barometers. Zuletzt endlich werde das ausgedunstete Wasser, das in Luft übergegangen ist, durch irgend eine noch unbekannte Ursache in einer gewissen Luftschichte wieder in tropfbares Wasser umgebildet, und daraus entstehen die Wolken, deren Bläschen in dem Falle, wenn sie zu häufig erzeuget werden, sich mit einander vereinigen, und nun als Tropfen aus der Atmosphäre herabkommen. Herr **de Lüc** nimmt hierbey, wie **de Saussüre**, den reinen elastischen Dampf an, läugnet aber gänzlich die Auflösung und die Sättigung desselben in der Luft. Herr **de Saussüre** behauptet die Auflösung des reinen elastischen Dampfes in der Luft vorzüglich dieserwegen, weil die Luft beym Aufsteigen der Dünste so wohl hell bleibe, als auch beym Verschwinden der Nebel hell werde. Dagegen aber hat Herr **de Lüc** die Erfahrung auf seiner Seite, daß der reine Wasserdampf die Atmosphäre auf keine Weise trübe, wofern er nur in keine kältern Luftschichten komme, wo ihm ein Theil Wärme entzogen werden kann, und dadurch Wasser abzusetzen genöthiget ist. Es bedarf daher keiner Auflösung des Wassers in Luft, um das Hellbleiben der Atmosphäre zu erklären, und die Zerstreuung der Nebel durch die Wärme ist nicht das Verschwinden des Dampfes selbst, sondern bloß eine neue Verdampfung.

Durch vielfältig angestellte Beobachtungen mittelst des Hygrometers auf den Gebirgen fand **de Lüc** die Luft weit trockener als in niedern Gegenden. Unter andern ist besonders dieje-

diejenige Beobachtung merkwürdig, die er auf den Gebirgen von Sixt anstellte. "Unterdessen, sagt er, wir auf dem Buet die auffallendsten Zeichen von Trockenheit wahrnahmen, und besonders das Hygrometer, wiewohl nur bey einer Temperatur von + 6°, nur 33,5, d. i. 66,5 von der äußersten Trockenheit zeigte, hießen uns dicke Wolken, die sich um uns bildeten, auf unsere Rückkehr denken. Bald darauf war der ganze Gipfel ganz darein gehüllt, sie dehnten sich aus, und bedeckten den ganzen Horizont; eine Nacht überraschte uns auf einem sehr gefährlichen Wege, und wir standen hier durch die Heftigkeit des Sturmwindes, Regens, Hagels und Donners eines der stärksten Gewitter aus, das ich je erfahren habe." Dieses Gewitter dauerte einen großen Theil der Nacht; es herrschte auf allen benachbarten Gebirgen und auf der Ebene, und da es aufhörte, dauerte der Regen nur mit einigen Zwischenräumen bis den folgenden Mittag fort. In einem solchen Zwischenraume, noch ehe ich Enteraes verließ, beobachtete ich das Hygrometer außerhalb unserer Hütte, es zeigte nicht mehr Dünste in der Luft an, als am Morgen des vorigen Tages: denn ob es gleich 1,6 Zunahme in der Feuchtigkeit angab, so war doch die Veränderung in der Temperatur, welche um 2° kälter war, hinreichend jenes hervorzubringen. Inzwischen wälzten sich die Wolken aufs neue um uns herum, und der Regen, welcher bald anfing, begleitete uns bis Sixt. Als wir unten am Berge waren, sahen wir die Wolken sich gänzlich zerstreuen. Ich beobachtete das Hygrometer von neuem in freyer Luft, und obgleich die Wärme in der Sonne nur + 14° und der Boden ganz mit Wasser getränkt war, stand das Hygrometer doch 1,7 näher zum Trocknen, als es zwey Tage zuvor war, nach einer Folge von heitern Tagen und bey einer Temperatur von + 24°". Herr de Lüc war über diese Beobachtung in Erstaunen gesetzet, indem sein Hygrometer so viele Trockenheit selbst in der Schichte, wo das Gewitter entstand, anzeigte. Denn nach den vorhin angeführten hygrologischen Thatsachen müßte nach seiner Meinung,

nung, wenn der Regen aus dem unmittelbaren Produkte der Ausdünstung gebildet wäre, eine Abnahme der Wärme in der Luftschichte, wo er entsteht, ihm jederzeit vorangehen und ihn begleiten, und diese Abnahme müßte um so größer seyn, als die Feuchtigkeit anfangs von ihrer äußersten Grenze in dieser Schichte entfernt gewesen wäre. Er hatte vielmehr im Augenblicke der Entstehung des Gewitters beobachtet, daß die Wärme mehr zu- als abgenommen hatte. Es wich also dieser Verfall nicht allein von den anerkannten hygrologischen Gesetzen, sondern auch von den Gesetzen der Auflösung und des Niederschlags ab. In der Folge überlegte **de Lüc**, daß nach **de Saussüre** eigenen Versuchen die gesättigte, oder, nach **de Lüc** Ausdruck, bis zum Maximum mit Dünsten angefüllte Luft nur sehr wenig Wasser enthalte, daß das Hygrometer sehr selten in den untern Gegenden die äußerste Feuchtigkeit, auf den Bergen aber noch mehr Trockenheit zeige; daß sich endlich die Dünste auch nicht in den noch höhern Gegenden aufhalten können, weil sie sonst bey ihrer Verdichtung die Luft über den Bergen trüben würden, da man doch über den Regenwolken gewöhnlich den Himmel sehr heiter und durchsichtig findet. Alles dieß gab ihm hinreichenden Grund zu behaupten, daß **der Regen nicht das unmittelbar Umgekehrte von der Ausdünstung** sey.

Außerdem führet Herr **de Lüc** noch folgende Erfahrungen an, welche seiner Meinung nach gar nicht zu erklären wären, wenn man den Regen als einen unmittelbaren Niederschlag der Ausdünstung annehmen wollte: in der Zwischenzeit von mannichmahl einigen Monathen, da unaufhörlich von der Erde Wasserdünste in die Atmosphäre aufsteigen, verspüre man weder Dunkelheit, noch Verminderung in einem gewissen Grade von Trockenheit; alle diese Dünste, welche unaufhörlich sich bildeten, verschwänden für das Hygrometer so wie dem Auge; wir genössen einer heitern Luft, obgleich die Bestandtheile, die sie trüben werden, um Regen herzugeben, sie lange zuvor trüben könnten durch ihre tägliche Anhäufung, wenn nicht irgend eine verborgene Ursache

sache ihnen ihre Durchsichtigkeit erhielte. Kurz Dünste, welche ohne Aufhören in die Atmosphäre aufstiegen, in deren obern Gegenden eine beständige Kälte herrsche, würden sie immer feucht und durch hohe Wolken verdunkelt halten; ein steter Thau würde alles befeuchten, und die Sonnenstrahlen nie unsere Erndten zur Reife bringen. Hieraus erhelle also offenbar, daß das ausgedunstete Wasser in der Atmosphäre sich unter der Gestalt eines luftförmigen Fluidums verberge.

Herr **de Lüc** war aus den Versuchen des Herrn **Watt, Cavendish, Lavoisier** und **de la Place** über die Verwandlung der dephlogistisirten und brennbaren Luft in Wasser geneigt zu glauben, daß das ausgedunstete Wasser in der Zwischenzeit bis zum Regen unter der Gestalt einer Gasart einen Theil der Atmosphäre ausmache; zuletzt aber durch eine unbekannte Ursache zur Dunstgestalt zurückkehre. Diese Ursache erweise sich aber gewöhnlich nur bey einer einzigen Luftschichte thätig, in welcher aber die Dünste so häufig entstehen, daß ihre Bläschen sich weder hinlänglich ausdehnen, noch schnell genug wieder verdunsten können. Daher machen sie den Himmel trübe und bilden sichtbare Wolken. Weil sich aber die Bläschen schon bey ihrer Entstehung sehr häufig berühren, so vereinigen sie sich, und zerplatzen endlich durch das Abfließen des Wassers an den Seiten, wie die Seifenblasen. Im Herabfallen treffen die Tropfen mit andern zusammen, verbinden sich mit einander, und werden größer, oder finden andere Bläschen, welche dadurch überladen und herabgedruckt werden. Dadurch entstehen die Franzen, welche man so oft von den Regenwolken nach der Erde herabhangen sieht. Eine solche Wolke mit Franzen gibt weit mehr Regen, als sie enthalten könnte, und wird immer dunkeler, je mehr Tropfen sie herabsendet. Sie erhält ihr Wasser in der Luftschichte, in welcher sie schwebt; ihr Abgang wird in dieser beständig wieder ersetzet, und so wird sie alle Augenblicke gleichsam zerstört und wieder erneuert. Auf eben diese Art, nur etwas langsamer, geht es

mit allen Nebeln und Wolken, auch mit denen, die nicht regnen. M. s. **Wolken.**

Diese Theorie des Herrn **de Lüc** ist in einem kurzen Abrisse von Herrn **Lampadius** *) dargestellet worden. Auch der Herr Hofr. **Lichtenberg** **) hat sie mit verschiedenen Gründen zu unterstützen gesuchet. Er sagt nämlich, "es steigen beständig Dämpfe von der Erde auf, oft in ungeheuerer Menge viele Tage hinter einander, ohne daß es deßwegen regnet oder trübe wird. Was wird aus diesem Wasser? In der Höhe, wo es sich nach der gemeinen Meinung hinzieht, findet es sich nicht, gegentheils je höher man steigt, desto trockener wird die Luft, ja sie erreicht oft, bey immer fortdauernder Evaporation in der Ebene, öfters einen Grad von Trockenheit auf den Bergen, der sich in der Ebene gar nie findet, und doch ist noch dazu die Luft in der Höhe kalt. Man weiß aber, daß selbst eine sehr trockene Luft, wenn sie kälter wird, Feuchtigkeit zeigt. Wo also die Luft zugleich kalt und beträchtlich trocken ist, da ist gewiß wenig Wasser in ihr. Und in dieser so äußerst trockenen Luft entstehen plötzlich Wolken, und aus diesen öfters Platzregen, die viele Stunden anhalten, das Land überschwemmen, und wenn sie vorüber sind, so findet man den Zustand der Luft in Rücksicht auf Feuchtigkeit wenig oder gar nicht geändert. Woher kömmt nun auf ein Mahl diese ungeheure Menge Wasser, die sich durch die gewöhnliche Auflösungstheorie schlechterdings nicht erklären ließe, selbst wenn die Luft auf den Bergen warm und völlig saturirt gewesen wäre? Woher kommt es, daß nicht sehr große Gewitterwolken auf ihrem Zuge ganze Distrikte verhageln und überschwemmen, während die Luft rings um sie her, und gewiß auch über ihnen, sehr trocken ist? Alles führt auf den Satz hinaus: aller Regen ist zwar von der Erde aufgestiegen, aber zwischen diesem Aufsteigen und dem Herabfallen fand sich dieses Wasser in einem

*) Kurze Darstellung der vorzüglichsten Theorien des Feuers. Gött. 1793. §. 86 — 99.

**) Vorrede zur 5ten Aufl. der Errleb. Naturlehre. S. XXXVI.

einem Zustande, worin es kein Gegenstand für das Hygrometer, d. i. kein Wasser mehr war, und da wir an den Stellen, wo es verschwindet, bloß Luft finden, so ist es in einen luftförmigen Zustand übergegangen, und der Regen ist der umgekehrte Prozeß; er ist kein Niederschlag aus Luft, sondern die Luft selbst wird bey dessen Erzeugung auf irgend eine Weise wieder zersetzet."

Es bleibt nur noch die Frage, wodurch diese Bildung und Zersetzung der Luft entstehe? unbeantwortet. Die Anhänger des Herrn **de Lüc** vermuthen, daß diese Luft nichts anders als Wasser in Wärmestoff aufgelöset seyn könne, welchem ein Drittes die Permanenz gebe. Dieses Dritte sey vielleicht das elektrische Fluidum. Denn bey der Entstehung der Regen werde unleugbar Elektricität angetroffen. Was nämlich die Strichregen, Platzregen und besonders diejenigen Regen betrifft, welche mit dem so genannten Graupenhagel begleitet sind, so zeigen sich starke Spuren der Elektricität. Bey dem gewöhnlichen Landregen ist zwar die Elektricität nie sehr merklich wahrzunehmen; allein sie ist doch alle Mahl da, wie die Beobachtungen hinlänglich gezeiget haben. Es sey also die Elektricität das Bindungsmittel der in die Atmosphäre aufgestiegenen Dämpfe, welches bey der Entstehung des Regens wieder abgeschieden, und die Dämpfe als concretes Wasser abgesondert werden.

Gegen diese Theorie des Herrn **de Lüc** sind mancherley Zweifel erhoben worden *). Hauptsächlich hat man angeführet, daß aus den Angaben der Hygrometer gegen die Auflösungstheorie gar nichts gefolgert werden könne, und dann sey die Meteorologie eine noch viel zu wenig gegründete Wissenschaft, um daraus Schlüsse gegen die neuere Chemie zu ziehen.

*) Etwas über den Regen und Herrn de Lüc's Einwürfe gegen die französische Chemie vom Herrn Hofr. Mayer in Grens Journal der Physik B. V. S. 37 u. f. Zylius über Herrn Lichtenberg's Einwürfe gegen das antiphlogistische System und gegen die Auflösung des Wassers in Luft, ebend. B. VI. S. 195 u. f. Ebenderselbe über Herrn de Lüc's Lehre von der Verdunstung und dem Regen, ebendas. B. VIII. S. 51 u. f.

ziehen. Auf diese Einwürfe hat besonders Herr Lichtenberg *) also geantwortet: "in Ansehung des ersten Einwurfs scheinet die ganze Sache auf einen Wortstreit hinaus zu laufen. Es ist nämlich die Rede von demjenigen Wasser, welches in elastischer luftförmiger Gestalt bey keiner Temperatur mehr auf das Hygrometer wirkt, und nicht mehr naß macht. Dieses Wasser nennt Herr de Lüc Luft; die Gegner seines Systems nennen es aber immer noch Wasser in Luft aufgelöset. De Lüc hat dabey das für sich, daß sich eine Luft vollkommen so verhält, wie gewöhnliche Luft, die man durch alle in menschlicher Gewalt stehende Kunstgriffe ausgetrocknet und von aller Feuchtigkeit befreyet hat. Darf man diese letztere trockene Luft nennen, so muß es ja auch von jener verstattet seyn. Läßt man in eine solche Luft unter der Glocke nur die mindeste Feuchtigkeit, die die noch vorräthige Wärme nicht aufzulösen im Stande ist, so wird dieses sogleich durchs Hygrometer angezeiget. Man hat also Grund genug, eine Luft, in der das Hygrometer selbst bey sehr niedriger Temperatur keine Feuchtigkeit angibt, trocken zu nennen, und wenn sich Bestandtheile in ihr befinden, die vorher Wasser waren, zu sagen, dieses Wasser sey jetzt Luft gewesen. Aber man setze doch den Streit über bloße Nahmen bey Seite, und sehe auf die Sache selbst. Es ist hier das Phänomen zu erklären, daß oft in einer solchen für das Hygrometer sehr trockenen Luft plötzlich eine ungemeine Menge Wasser entsteht und in Regengüssen herabfällt. Herr de Lüc erkläret dieses durch eine Zersetzung dessen, was er Luft nennt, und worin der Wasserdampf sich verwandelt hatte: seine Gegner haben zwey verschiedene Erklärungen, entweder durch Erkältung, die einen Niederschlag des in der Luft aufgelöseten Wassers bewirket, oder durch Wassererzeugung aus Oxygen und Hydrogen. Die erste dieser Erklärungen ist offenbar unzureichend, weil bey dem Phänomene die Luft schon sehr kalt war, da sie sich fürs Hygrometer sehr trocken zeigte, und eine so übermäßige

*) Vorrede zur 6ten Aufl. der Erxleben. Naturlehre. S. XXXII. f.

mäßige Erkältung, als zu Niederschlagung einer solchen Menge Wasser erforderlich gewesen wäre, gar nicht bemerket ward; die zweyte Erklärung ist zwar etwas anders modificiret, als die de Lüc'sche, im Wesentlichsten aber kommt sie ja ebenfalls auf eine Zersetzung der Luft hinaus, in der das Oxygen und Hydrogen vorher enthalten waren. Also wird ja die Zersetzung dessen, was bis dahin Luft war, von beyden Seiten angenommen. Die Antiphlogistiker wollen nur Bestandtheile und Verhältniß derselben nach Maß und Gewicht angeben, da hingegen Herr **de Lüc** bescheiden gestehet, daß sich seine Kenntnisse nicht so weit erstrecken. Was den zweyten von der Unvollkommenheit der Meteorologie hergenommenen Einwurf anlangt, so soll man doch wohl nicht unstreitige Beobachtungen des Meteorologen darum verschweigen und unterdrücken, weil sie der antiphlogistische Chemiker nicht mit seinem System vereinigen kann. Man gestehe doch lieber, daß unsere ganze Naturlehre aus Bruchstücken bestehet, die der menschliche Verstand noch nicht zu einem einförmigen Ganzen zu verbinden weiß. Was die chemischen Experimente im Kleinen leicht erkläret, ist doch darum noch nicht so ausgemachte einzige Wahrheit, daß es gar nicht mehr erlaubt wäre, Zweifel dagegen aus meteorologischen Phänomenen zu erheben.

In den neuern Zeiten sind unerachtet aller dieser Gründe noch mehr Zweifel gegen **de Lüc's** System erhoben worden.

Nach den Antiphlogistikern *) löset sich das Wasser in der atmosphärischen Luft auf zweyerley Weise auf; vermöge des Feuers und ohne Feuer. Mit dem Feuer verbunden ist das Wasser in Gestalt gehobener Dämpfe, oder in Gestalt des Wassergas, mit der atmosphärischen Luft vermischt. Außerdem aber enthalten noch die verschiedenen Gasarten, aus denen die atmosphärische Luft bestehet, Wasser in flüssiger Gestalt aufgelöset. Das Hygrometer zeiget nur an, wie viel

*) Girtanner Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. Cap. 39. S. 238 u. f.

viel Wasser in flüssiger Gestalt in der atmosphärischen Luft enthalten ist; aber es zeigt nicht an, wie viel Wasser in Gestalt von Eis, oder in Gestalt von Gas die Luft enthält. Eine Luft kann daher zufolge der Grade, welche das Hygrometer anzeiget, sehr trocken zu seyn scheinen, und dennoch sehr viel Wasser in Gasgestalt enthalten. Daher kommt es, daß eine sehr trockene Luft, bey starker Erkältung, auf ein Mahl feucht wird, und so entsteht oft aus einer sehr trockenen Luft ein plötzlicher Regen von vielen tausend Centnern Wasser.

Auf eine andere Art entsteht der Regen durch die Verbindung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoffe vermöge des elektrischen Funkens. Dieß geschiehet vorzüglich bey Gewittern, und beynahe alle Gewitterregen entstehen auf diese Weise. Im Großen geht hier genau eben das vor, was in dem Versuche der Herrn **Troostwyk** und **Deimann** im Kleinen vorgeht. Die Gewitter entstehen vorzüglich bey heißer Witterung und im Sommer. Durch die Wärme, welche vor dem Gewitter hergeht, wird sehr viel Wasser zerleget, dessen Sauerstoff sich zum Theil mit den Pflanzen verbindet, und dessen Wasserstoff größtentheils in die Höhe steiget, und wegen seiner außerordentlichen Leichtigkeit bis in die höhern Regionen der Atmosphäre gelangt. Dort trifft nun dieser Wasserstoff eine große Menge Sauerstoff an, und durch den elektrischen Funken des Blitzes wird diese Mischung entzündet und in Wasser verwandelt. Daher fällt bey den Gewittern eine so große Menge von Regen auf ein Mahl, und daher fängt es nicht eher zu regnen an, als bis es geblitzet hat. Der Regen höret auf, sobald es aufhöret zu blitzen, weil alsdann kein Wasser weiter entsteht.

Die Antiphlogistiker nehmen also zur Erklärung der Gewitterregen an, daß in den Schichten der Atmosphäre, wo dergleichen entstehet, eine sehr große Menge von Wasserstoff, oder von brennbarer Luft, enthalten seyn müsse, welche mehr als das Doppelte des Volumens der übrigen damit vermisch-

ten atmosphärischen Luft betragen muß. Herr **de Lüc** *) macht dagegen den Einwurf, daß man eine solche Menge von brennbarer Luft in der Atmosphäre nicht antreffe, und wenn sie wirklich vorhanden wäre, so müßte der erste Bliß den ganzen Lufckreis in Feuer setzen, ja selbst würden ohne Bliß die Feuer, welche die Bergbewohner auf den Gipfeln hoher Gebirge anzünden, oft die nämliche Wirkung hervorbringen. Nehme man auch an, der Wasserstoff sey im Luftkreise unter einer nicht entzündbaren Gestalt vorhanden, so sey es doch nach der neuern Chemie immer nöthig, daß er sich mit dem Sauerstoffe der übrigen atmosphärischen Luft vereinige, ehe er Regenwolken oder Regen bilden könne. Dadurch müßte denn der übrigen Luft der Sauerstoff entzogen, der Stickstoff aber zurückgelassen, und sie dadurch zum Einathmen untauglich gemacht werden. Gleichwohl aber athme man in Regenwolken sehr frey. Wenn sich daher der Regen durch Zersetzung einer Luft bilden muß, so kann dieß keine solche seyn, durch welche nur ein Theil von ihr (Sauerstoff) neue Verbindungen (mit Wasserstoff) eingeht, und den andern Theil (den Stickstoff) zurückläßt; vielmehr muß die Zersetzung so erfolgen, daß der zurückbleibende Theil dem zersetzten selbst völlig ähnlich ist. Daher habe die atmosphärische Luft, sie sey gemischt, oder homogen, das Wasser selbst, als ponderable Substanz, zum Bestandtheile

Gegen die von Herrn **Lichtenberg** angeführten Gründe für das de Lüc'sche System behauptet Herr **Girtanner** folgendes: die durch das Hygrometer angezeigte Trockenheit in höhern Regionen vor und nach dem Regen beweise noch nicht, daß das zur Bildung des Regens erforderliche Wasser nicht als Wasser in der Atmosphäre enthalten gewesen seyn könne: denn das Hygrometer zeigt nur die größere oder geringere Menge von Wasser an, welche die Luft, nach ihrer Anziehungskraft, nicht mehr fassen kann; und man darf sich nur eine richtige Idee von dem Ausdünstungsprozesse machen, um

*) Schreiben an Fourcroy über die moderne Chemie a. d. journ. de phys.; übers. in Grens Journal der Physik. B. VII. S. 136.

um begreifen zu können, warum das Hygrometer, in Ansehung der Quantität des in der Luft enthaltenen Wassers, im geringsten nichts entscheiden kann. Wenn wir uns die Luft als eine von dem Wasser verschiedene Substanz gedenken, welche aber durch Anziehung sich mit dem Wasser innigst verbinden kann, sobald dasselbe durch den Wärmestoff hinlänglich verfeinert, und in einen Dunst (in Gas) verwandelt worden ist; so haben wir unstreitig den richtigsten Begriff von der Art, wie das Wasser von der Atmosphäre aufgenommen wird, und in ihr, gleichsam wie die Theile eines aufgelösten Körpers in dem Auflösungsmittel, enthalten ist. Hier wirkt die Ziehkraft der Luft auf die Theilchen des Wasserdunstes, und das Wasser folget dieser Vereinigung, nachdem es durch den Wärmestoff dazu vorbereitet war, und hängt sich an die Lufttheilchen, ohne sonst eine Veränderung seines Zustandes erfahren zu haben. Daß es sich im Zustande dieser innigen Vereinigung mit der Luft nicht an die Substanz eines Hygrometers hängen kann, ist klar (das Wasser hat in diesem Falle eine größere Verwandtschaft zu der Luft, als zu der Substanz des Hygrometers). Das Wasser kann sich nur dann mit dem Hygrometer verbinden, wenn die Anziehungskraft (Verwandtschaft) der hygrometrischen Substanz zum Wasser, oder zu den Wassertheilchen in der Luft, stärker ist, als die Kraft (Verwandtschaf), womit die Wassertheilchen von der Luft selbst gezogen werden; und so kann die Luft mit Wasser gesättiget seyn, (viele tausend Centner enthalten) und das Hygrometer dennoch vollkommene Trockenheit zeigen; ein Umstand, der eben so wenig sonderbar scheinet, als warum Gold in Königswasser aufgelöset sich nicht an einen Stab Eisen hängen kann, so lange es in jener Verbindung steht. Durch diese Verwandtschaft der Luft zum Wasser kann demnach eine ungeheure Menge Wassers in die Atmosphäre aufgenommen werden, ohne daß uns das Hygrometer von der Gegenpart desselben belehrte. Wächst diese Ziehkraft der Luft, so muß das Hygrometer zur Trockenheit gehen; und nimmt sie ab, so muß

es

es Feuchtigkeit zeigen, wenn gleich die Temperatur dieselbe geblieben ist. Ueberhaupt scheinet es, als ob die Veränderung der Temperatur am wenigsten zum Niederschlagen des Wassers in der Luft beytrage. Höchstens können dadurch leichte Nebel, aber keine Platzregen und Wolkenbrüche erkläret werden. Man muß sich nämlich vorstellen, daß außer den Wasserdünsten, welche die Luft durch ihre Anziehungskraft in sich aufnimmt, auch noch Wassertheilchen, zumahl wenn die Ausdünstung stark ist, mechanisch in die Atmosphäre erhoben werden, durch die specifische Leichtigkeit, die sie durch den, mit ihnen verbundenen, Wärmestoff erhalten. Nur dieses Wasser scheint durch eine Aenderung der Temperatur aus der Luft niedergeschlagen werden zu können; sobald nämlich die Dunstbläschen jenen Wärmestoff abzusetzen genöthiget sind, folgen sie ihren eigenen Ziehkräften und vereinigen sich in merkliche Tröpfchen oder Bläschen, und trüben die Luft; aber wegen ihrer ungleich geringern Menge scheint dadurch kein Regen entstehen zu können. Auch hat Herr de **Lüc** gezeiget, daß in keinem Falle sich vor einem starken Regen eine so beträchtliche Veränderung der Temperatur in einer Luftschicht ereigne, daß der Regen dadurch erkläret werden könne. Es muß demnach der aus der Luft niederfallende Regen auf eine von der Temperatur unabhängige Art erkläret werden; und das wird geschehen, wenn wir annehmen, das zur Bildung eines Regens erforderliche Wasser rühre von der ungleich größern Menge von Wassertheilchen her, welche nicht auf obbedachte mechanische Art, sondern durch wirkliche Verwandtschaft mit der Luft vereiniget waren, durch kein Hygrometer angezeiget wurden, und bloß durch eine Verminderung dieser Verwandtschaft, oder Ziehkraft, sich aus der Luft präcipitirten. So kann demnach bey vermehrter Ziehkraft der Luft das Wasser, ohne übrigens seine Natur zu ändern (ohne in Sauerstoff und Wasserstoff zerleget zu werden) an der Basis der Atmosphäre Monathe lang verdünsten, und als Wasser sich mit der Luft verbinden, ohne im Zustande dieser innigen Vereinigung ir-

gend auf das Hygrometer wirken zu können; und so kann demnach auch das Hygrometer in einer Luftschicht grosse Trockenheit zeigen, und dennoch so viel Wasser in ihr enthalten seyn, daß wenn die Luft in dieser Schicht schnell ihre Ziehkraft zum Wasser verliert, Feuchtigkeit entstehen, Platzregen und Wolkenbrüche sich ergießen können, indem alle angrenzende Luft in dem Zustande der vollkommensten Trokkenheit nach der Anzeige des Hygrometers, bleiben kann. So lange die Ursache dieser Verminderung der Ziehkraft in jener Schicht fortdauert, wird beständig Wasser abgesetzt, und an die Stelle des abgesetzten, von den rings herum befindlichen Schichten immer wieder Luft zugeführet, die in dieser Schicht ihr Wasser absetzt, bis endlich die Ursache jener Verminderung der Ziehkraft aufhöret, und alles wieder in den vorigen Zustand kommt. Begreiflich kann dann das Hygrometer auch wieder Trockenheit, wie zuvor, zeigen, und das Wunderbare, das Herr **de Lüc** in den Phänomenen des Regens fand, wird solchergestalt nicht mehr unerklärbar seyn, sich auch sehr wohl mit der Theorie der Ausdünstung vertragen, sobald man alles aus dem wahren Gesichtspunkte betrachtet, und nicht von dem Hygrometer mehr verlangt, als was es nach seiner Natur und Beschaffenheit anzeigen kann. So wenig dieses Werkzeug die Gegenwart des Wassers in dem Wasserdampf, wenn er 212 Fahrenh. Grad heiß ist, anzeigen kann, und so gewiß es ist, daß es in diesem Dampfe vollkommene Trockenheit zeigt, ungeachtet die Theilchen des Wassers in diesem Dampfe doch immer als Wasser enthalten sind; eben so gewiß ist es auch, daß das Wasser, ohne seine Natur verändert zu haben, mit der Luft verbunden seyn kann, ohne daß es seine Gegenwart dem Hygrometer offenbarte.

Herr **Hube** *) führet folgende Gründe gegen die Verwandlung der Luft in Wasser an: würde die Luft wirklich in Wasser verwandelt, so müßten durch die Bildung der Wolken leere Räume entstehen, in welche die angrenzende Luft von

*) Ueber die Ausdünstung. LVI. Cap. S. 327.

von allen Seiten her mit Gewalt stürzen würde. Es müßte daher die Entstehung der Wolken allemahl mit Stürmen verbunden seyn, welche an dem Orte, wo sich die Wolken bilden, zusammenstießen. Dieß ist aber wider alle Erfahrung. Denn man sieht sehr oft die dicksten und schwersten Gewölke sich in einer ganz ruhigen und stillen Luft zusammenziehen, ob sie gleich nachher, wenn sie sich bereits gebildet haben, Winde veranlassen. Ferner müßte der Druck der Atmosphäre allemahl beträchtlich abnehmen, wenn sich die Luft selbst in Wasser verwandelte, und dieses auf die Erde herabfiele. Das Barometer müßte also nach anhaltendem starken Regen allemahl sehr merklich fallen, und es könnte unmöglich während solcher Regen oder gleich nach ihnen jemahls steigen, wie es doch vermöge der Erfahrung gewöhnlich zu thun pflegt. Daraus schließt nun Herr **Hube**, die Vermuthung, daß die Luft auf eine uns unbekannte Art in Wasser verwandelt werde, widerspreche der Erfahrung. Zugleich äußert er, weil diese Hypothese selbst aus andern Gründen gar nicht wahrscheinlich sey, daß er derselben gar nicht würde erwähnet haben, wenn ihr Herr **de Lüc** nicht seinen Beyfall gegeben hätte.

Dagegen führen diejenigen, welche dem **de Lüc** beypflichten, folgendes an: die Erfahrung lehre wirklich, daß bey der plötzlichen Entstehung der Wolken von beträchtlicher Größe und der Regengüsse jederzeit starke Winde entstünden; bildeten sich aber Wolken langsam, so würden auch die leeren Räume, welche dadurch entstehen, von der angrenzenden Luft allmählig angefüllt, ohne eben große Stürme auf der Erdfläche zu veranlassen. Ueberdem könne es aber auch in den obern Regionen starke Winde geben, da indessen an der Erdfläche eine vollkommene Windstille herrsche. In Ansehung des Barometers aber sey es ja eine bekannte Erfahrung, daß gewöhnlich dasselbe zu fallen pflege, wenn sich Wolken zu bilden anfangen, oder wenn es regnen will, besonders bey der Entstehung eines Landregens; und wenn das Barometer wieder steige, so geschähe dieß erst nach Verlauf

eines Zeitraums, während dessen der Gewichtsverlust, welcher durch Zersetzung der Luft entstanden war, durch Luft aus den angrenzenden Gegenden reichlich hätte ersetzet werden können. Man habe daher gar keine Ursache, dieser Einwürfe wegen die Entstehung des Regens durch Zersetzung der Luft aufzugeben.

Herr **Hube** *) selbst erkläret die Entstehung des Regens auf folgende Art: die Elektricität, welche bey der Entstehung der Wolken so wirksam ist (m. s. **Wolken**), ist auch die vornehmste Ursache der Erhaltung derselben. Dadurch werden die Bläschen aufgeschwellt, und in gehöriger Entfernung von einander gehalten. Es verlieren aber die Wolken ihre Elektricität nicht allein bey der Berührung mit den Bergen, sondern auch schon in einer gewissen Entfernung von der leitenden Erde, da die Luft bald mehr, bald weniger, aber doch immer etwas leitend ist. Sobald dieser Verlust beträchtlich genug ist, so fließen die Bläschen der Wolken so stark zusammen, daß sie in Tropfen herunterfallen. Wie sehr vieles der Verlust der Elektricität zu dem Regen beyträgt, sehen wir besonders bey den Gewittern sehr deutlich. Wenn die Gewitter auch ohne Regen anfangen, so regnet es doch zuletzt gewiß, wo nur das Blitzen lange genug anhält, und der dadurch verursachte Verlust der Elektricität groß genug wird. Auch fallen gewöhnlich die heftigsten Platzregen aus den Gewitterwolken, und mehrentheils regnet es kurz vor oder nach einem heftigen Donnerschlage viel stärker als vorher, weil die elektrische Materie, noch ehe sie in einen Funken ausbricht, schon anfängt, in Menge durch die Luft zu dringen.

Oft beziehet sich der Himmel bey Tage nach und nach, aber es fängt erstlich in der Nacht an zu regnen. Diese sehr gemeine Erscheinung läßt sich leicht daraus begreifen, daß die Wolken des Abends tiefer gegen die Erdfläche senken, und

*) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. S. 223. und 241 f.

und daß die untere Luft bey der Nacht feuchter, also auch leitender ist, als bey Tage.

Nach starken Gewittern pflegt es oft mehrere Tage nach einander zu regnen: wahrscheinlich weil die Luft durch die Wetterwolken sehr stark elektrisiret wird, und diese mitgetheilte Elektricität nicht sogleich ganz verlieret, also auch nachher noch eine Zeit lang eine geschwächte Ziehkraft behält. Oft bemerket man auch, daß es, nachdem es geregnet hat, nicht kälter, wohl gar wärmer oder schwül wird. Es muß also alsdann die Ziehkraft der Luft durch die mitgetheilte Elektricität noch immerfort geschwächt bleiben, weil entweder neue Niederschlagungen in der Luft vorgehen, welche allemahl Wärme erzeugen, oder wenigstens unser Körper nicht auf die erste Art trocknet. Aber es lehret auch die Erfahrung, daß es in diesem Falle bald wieder zu regnen anfängt. Kühlt sich hingegen das Wetter nach dem Regen ab, so ist das ein Zeichen, daß die Luft ihre ursprüngliche Elektricität wieder in voller Stärke erhalten hat, und daß alles in ihr auf die erste Art trocknet, also durch die Trocknung Kälte erzeuget wird. Daher pflegt unter diesen Umständen sich der Himmel, oft sogar des Nachts, ganz aufzuklären, wenn die obere Luft trocken genug ist, um die ihrer Elektricität beraubten Wolken aufzulösen.

Am deutlichsten zeigt die Abwechselung der Jahreszeiten in dem heißen Erdstriche den großen Einfluß der mitgetheilten Elektricität auf die Ziehkraft der Atmosphäre. Denn es regnet hier mehrere Monathe nach einander in einem fort, mehrentheils sehr heftig: und wenn endlich diese Regengüsse aufhören, und der Himmel sich aufkläret, so erhält die Atmosphäre auf ein Mahl eine so große Ziehkraft, daß sie viele Monathe nach einander das Wasser auf die erste Art auflöset, und man fast gar keine Wolke am Himmel sieht. Wäre hier die Verminderung der wahren Feuchtigkeit der Atmosphäre durch den Regen die einzige, oder wenigstens die vornehmste Ursache ihrer vermehrten Ziehkraft, so könnte kein Regen lange anhalten, sondern trübes und gutes Wet-

ter müßten das ganze Jahr über abwechseln, und die Atmosphäre würde beständig mit Feuchtigkeit beynahe gesättiget seyn. Also ist es vorzüglich die Wirkung der elektrisirten Wolken auf die Atmosphäre, der man die große Schwächung ihrer Ziehkraft zuschreiben muß: sobald die obere Luft so viele Dünste verloren hat, daß sie die Wolken auflöset, sobald also jene elektrische Wirkung aufhört, so wird auch die Atmosphäre auf ein Mahl ganz ungemein trocken.

Mehrere erhebliche Einwürfe gegen de Lüc's System sind vom Herrn Zylius *) erhoben worden, dem auch zuletzt noch Herr Gren ß) beypflichtet. Letzterer sucht zuerst diejenige Meinung zu widerlegen, nach welcher der Regen als ein Niederschlag der in der Luft aufgelöseten Dünste betrachtet wird. Denn es stehe erstlich dieser Meinung entgegen, daß die Verdunstung ohne alle Luft Statt finden kann, ja dann noch desto besser Statt finde, und hierauf, daß die mit Wasserdunst beladene Luft bey gleicher Wärme und absoluter Elasticität nach de Saussüre Beobachtungen ein geringeres specifisches Gewicht habe, als die trockene, welches nicht seyn könnte, wenn das Wasser so in der Luft aufgelöset wäre, als ein Salz im Wasser aufgelöset ist. Es könne folglich das Wasser nur als der specifisch leichtere Theil als Dampf in der Luft enthalten seyn. Was nun aber die Folgerungen betreffen, welche Herr de Lüc mit seinen Anhängern aus den hygrologischen anerkannten Erfahrungen abgeleitet hätten, so irrten sie sehr, daß das Hygrometer die Abwesenheit oder Anwesenheit aller wässerigen Basis in der Atmosphäre anzeigen solle, mithin auch den elastischen Wasserdampf. Die Erfahrungen des Herrn de Lüc lehrten ja selbst, daß eine empfindliche hygroskopische Substanz im Wasserdampfe, der durch die nöthige Wärme durchaus im elastischen Zustande erhalten wird, auf Trockniß zeige. Nur dann,

*) Prüfung der neuen Theorie des Herrn de Lüc vom Regen, und seiner daraus abgeleiteten Einwürfe gegen die Auflösungstheorie. Berlin 1795 8.

ß) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 947. 948.

dann, wenn ein Theil des Dampfes durch Abkühlung und Zusammendrückung zersetzet werde, entsteht Feuchtigkeit im Dampfe durch die jetzt abgeschiedene Basis. Das Hygrometer werde also in der Luft nur von demjenigen Wasser afficiret, das als höchst fein zertheiltes liquides Wasser darin schwebt, und durch Zersetzung des Dampfes darin niedergeschlagen ist. Es müsse Herr **de Lüc** erst beweisen, daß die hygroskopische Substanz seines Hygrometers auch Wasserdämpfe bey gleicher Temperatur mit denselben zersetze, oder zur Basis des Wasserdampfes eine stärkere Anziehung habe, als der Wärmestoff; sonst brauche man sich mit dem Herrn **de Lüc** nicht zu verwundern, wie das Hygrometer in hohen Gegenden der Atmosphäre auf große Trockniß zeigen, und doch in diesen Gegenden oft plötzlich ungemein viel Regen entstehen könne, und man könne ihm nicht die Folgerung zulassen, daß dieses Wasser nicht als Dampf, sondern als Luft in der Atmosphäre zugegen gewesen seyn müßte.

Aus dem Nachlasse des Herrn Hofr. **Lichtenberg** ist neulich in einer kleinen zu Göttingen herausgekommenen Schrift die Theorie des Herrn **de Lüc** von neuem wieder vertheidiget, in welcher besonders die Einwürfe des Herrn **Zylius** oft mit Heftigkeit sind angegriffen worden. Bey alle dem scheinen jedoch die Gründe des Herrn Hofr. **Lichtenberg** noch nicht stark genug zu seyn, die Einwürfe des Hrn. **Zylius** gänzlich zu widerlegen.

Aus allem diesen angeführten sieht man, daß man zuletzt doch wieder auf die erste Meinung von der Entstehung des Regens zurückgekommen ist, und daß die so gewöhnliche Erscheinung der Regen noch manche Schwierigkeiten zurückläßt, den wahren Gang der Natur bey der Entstehung desselben genau darzustellen. Sehr wahrscheinlich hat die Elektricität großen Theil daran, nur ist es noch unbekannt, wie diese wirke.

M. s. *van Musschenbroek* introductio ad philosophiam naturalem Tom. II. §. 2358 sq. **Torb. Bergmann** physikalische Beschreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. durch **Röhl.**

Röhl. B. II. Greifsw. 1780. 8. §. 115 f. **Priestley** Geschichte der Elektricität durch **Krünitz.** S. 232 f. **J. A. de Lüc** neue Ideen über die Meteorologie; a. d. Französ. Th. II. Berl. und Stett. 1788. 8. S. 1 — 200.

Regenbogen (iris, arcus, arcus coelestis, arc-en-ciel). Diesen Nahmen führet der in den Regenwolken gleichsam abgemahlte farbige Bogen, wenn sie von der Sonne beschienen werden, und der Zuschauer zwischen den Wolken und der Sonne sich befindet. Dieser Bogen gehöret zu den emphatischen oder glänzenden Meteoren, welche bey den Alten Vorzugsweise **Meteore** (meteora emphatica, μετεωρα τα κατ' εμφασιν) genannt wurden. Diese prächtige Erscheinung hat ganz ihren Grund in der Reflexion der Sonnenstrahlen innerhalb der Regentropfen der Wolken, und in der verschiedenen Brechbarkeit des weißen Lichtes.

Gewöhnlich sieht der Zuschauer zwey Regenbogen zugleich, welche concentrisch sind, und eine merkliche Weite von einander abstehen. Die lebhaftesten Farben besitzet der innere Regenbogen, und heißt dieserwegen der **Hauptregenbogen** (iris primaria); über demselben befindet sich der **äußere** (iris secundaria), welcher weit weniger lebhaftere Farben hat. Bisweilen nimmt man auch noch innerhalb des Hauptregenbogens einen oder auch mehrere von noch weit schwächern Farben gewahr. Bey diesen Regenbogen zeigen sich die Hauptfarben des gläsernen dreyseitigen Prisma jedoch so, daß sich bey dem Hauptregenbogen die rothe Farbe nach außen, die violette aber nach innen zeiget; beym äußern Regenbogen hingegen befinden sich diese Farben in gerade umgekehrter Ordnung.

Es sey (fig. 21.) afbd eine Kugel von einer durchsichtigen Materie, z. B. Wasser, Gas u. s., auf welche die Sonne von der einen Seite her scheine. Alle die Strahlen, welche von der Sonne S herkommen, wie Sd, Sa u. f. können als unter sich parallel angesehen werden. Derjenige Strahl, welcher nach dem Mittelpunkte c gerichtet ist, geht ungebrochen bis an die Hinterfläche der Kugel, wo ein Theil

davon

davon wieder zurückgeworfen wird, der folglich durch den Mittelpunkt c nach a zurück in sich selbst geht, und hier ungebrochen wieder in a f fällt. Andere Strahlen aber, wie z. B. f d werden an der Vorderfläche der Kugel gebrochen. Dieser Strahl f d wird nämlich in der Kugel in die Lage d e gebrochen, fällt in dieser Richtung auf die Hinterfläche e, wo ein Theil zwar hindurchgeht, ein anderer Theil aber doch zurückgeworfen wird, so daß der Winkel $\beta = \gamma$ ist, wie nach dem Gesetz der Reflexion erfordert wird. Dieser zurückgeworfene Theil kommt bey f wieder an die Vorderfläche, wo er beym Ausgange nach f g hin gebrochen wird. Befindet sich nun ein Zuschauer in g, so daß er sein Gesicht gegen die Kugel, und die Sonne hinter sich hat, so erhält selbiger von f aus einen Theil des auffallenden Sonnenstrahls f d, welcher durch eine doppelte Brechung in d und f, und eine Reflexion in e ins Auge kommt, nach einer Richtung f g, welche mit der Linie durch die Sonne und das Auge des Zuschauers, oder mit g k den Winkel x macht. Nun treffen die Vorderfläche der Kugel unzählige Sonnenstrahlen alle mit f d parallel, wovon ein jeder einen andern Weg nach der Brechung in der Kugel nimmt, und auf solche Art gibt es für jedes d auf der Vorderfläche ein bestimmtes ihm zugehöriges f auf selbiger, und einen andern Winkel x. Es wird folglich das auffallende Sonnenlicht durch alle Stellen der Kugel nach unzähligen Richtungen zerstreuet, und dadurch unmerklich gemacht. Inzwischen kann es doch auf der Kugel eine Stelle geben, wo die nahe neben einander ausgehenden Strahlen mit einander parallel sind, wie solches die fig. 22. vorstellet. Dieser Fall wird eintreten, wenn Sonnenstrahlen auf Stellen wie d und l treffen, welche nach der Brechung in einerley Punkt e der Hinterfläche der Kugel zusammen kommen. Denn alsdann werden sie bey e unter eben den Winkeln reflektirt, treffen in der Vorderfläche die Stellen f, m, und werden da wieder in Lagen gebrochen, die unter sich parallel sind, so wie es das Brechungsverhältniß verlangt. An einer solchen Stelle wird aber das ausgehende

Licht

Licht durch keine Divergenz geschwächt, mithin muß es das entfernte Auge weit stärker rühren, als das Licht der übrigen Stellen, welches in divergirenden Strahlen ausgeht, oder dessen Strahlen sich durchkreuzen. Man nennt daher auch die parallel ausgehenden Strahlen f, m die **wirksamen Strahlen** (radii efficaces), und es kommt bey der Theorie des Regenbogens darauf an, die Stellen auf der Kugelfläche, wo diese Strahlen hinfallen, und den Winkel x zu finden, welchen die Richtung derselben beym Ausgange mit der beym Eingange machen. Es ist übrigens leicht einzusehen, daß sich der Winkel x an der Stelle der wirksamen Strahlen nicht ändern darf, wenn sich gleich die Stellen d und f ein wenig ändern. Denn weil die nahe an einander ausgehenden Strahlen mit einander parallel seyn sollen, so muß auch ihr Winkel mit einerley dritten Linie fx ein und der nämliche bleiben, und darf sich folglich nicht ändern. Die Findung der wirksamen Strahlen für jede Stelle von d hängt bloß von der Bestimmung des Winkels x aus dem bekannten Brechungsverhältnisse ab, indem nämlich alsdann in der gefundenen Gleichung das Differenzial von x der Null gleich gesetzet wird. Hieraus ist zugleich klar, wie die höhere Mathematik zeiget, daß dieser Winkel für die wirksamen Strahlen entweder ein Größtes oder Kleinstes seyn müsse, weil eine jede veränderliche Größe an derjenigen Stelle, wo ihr Differenzial $= 0$ ist, entweder ein Größtes oder Kleinstes ist.

Man setze nun (fig. 21.) den Einfallswinkel $fdn = dca = \alpha$, den gebrochenen Winkel $cde = \beta$, so ist wegen des gleichschenklichten Dreyecks cde der Winkel $cde = ced$, also auch $= \beta$. Weil ferner der reflektirte Strahl ef mit dem einfallenden de einerley Winkel macht, so muß auch $\beta = \gamma$, und demnach auch in dem gleichschenklichten Dreyecke cef der Winkel $\epsilon = \gamma = \beta$ seyn. Daraus folgt, daß die beyden Dreyecke dcx und fcx einander gleich und ähnlich sind, mithin sich decken, und der verlängerte Halbmesser ce den Winkel x halbiren müsse. Nun hat man $\beta = \delta + \frac{1}{2}x$

$\frac{1}{2}x$, folglich $\frac{1}{2}x = \beta - \delta$; nun ist ferner $\beta + \delta = \alpha$, weil beyde Vertikalwinkel sind, mithin $\delta = \alpha - \beta$. Daraus ergibt sich also für jedes α oder für jede Stelle d auf der Kugel

$$\tfrac{1}{2}x = \beta - (\alpha - \beta) = 2\beta - \alpha, \text{ oder}$$

$$x = 4\beta - 2\alpha, \text{ und } dx = 4d\beta - 2d\alpha.$$

Für die Stelle der wirksamen Strahlen, wo $dx = 0$ seyn muß, wird daher

$$0 = 4d\beta - 2d\alpha, \text{ und } 2d\alpha = 4d\beta \text{ oder}$$

$$d\alpha = 2d\beta \text{ seyn; daher auch } d\alpha^2 = 4d\beta^2$$

Das Brechungsverhältniß aus der Luft in die brechende Materie der Kugel sey $= \mu : \nu$, mithin sin. α : sin. $\beta = \mu : \nu$ (m. s. **Linsengläser**), so wird ν. sin. $\alpha = \mu$. sin. β, mithin

$$\nu . \text{cos}. \alpha . d\alpha = \mu . \text{cos}. \beta\, d\beta \text{ und}$$

$$\nu^2 \text{ cos}. \alpha^2 . d\alpha^2 = \mu^2 . \text{cos}. \beta^2 . d\beta^2$$
$$= (\mu^2 - \nu^2 \text{ sin}. \alpha^2)\, d\beta^2$$

$$\text{A)}\ \nu^2 . \text{cos}. \alpha^2 . d\alpha^2 = (\mu^2 - \nu^2 + \nu^2 . \text{cos}. \alpha^2)\, d\beta^2$$

Substituirt man nun in dieser letzten Formel statt $d\alpha^2$ den gleichen Werth $4d\beta^2$, wie es für die wirksamen Strahlen seyn soll, so verwandelt sie sich in diese

$$4\nu^2 . \text{cos}. \alpha^2 = \mu^2 - \nu^2 + \nu^2 . \text{cos}. \alpha^2$$

woraus dann gezogen wird

$$\text{B)}\ \text{cos}. \alpha^2 = \frac{\mu^2 - \nu^2}{3\nu^2} \text{ und sin}. \beta^2 = \frac{4\nu^2 - \mu^2}{3\mu^2}.$$

Auch dieses lehret **Newton** *).

Ist die Kugel von Wasser, und das Brechungsverhältniß aus Luft in Wasser $= 4 : 3$, so gibt die Formel B) das Quadrat von

$$\text{cos}. \alpha = \frac{16 - 9}{27} = \tfrac{7}{27} = 0{,}259259259 - - -$$

und davon die Quadratwurzel $= 0{,}50917506 - -$, woraus nach den trigonometrischen Tafeln $\alpha = 59° 24'$ gefunden wird; und das Quadrat

von

*) Optices Lib. II. P. I. propos. 10.

$$\text{von sin. } \beta = \frac{36 - 16}{48} = \frac{20}{48} = \frac{5}{12} = 0{,}4166666 \text{ --}$$

und die Quadratwurzel daraus $= 0{,}64546624$ – –, woraus $\beta = 40^\circ\, 12\frac{1}{2}'$ gefunden wird. Daraus ergibt sich nun $x = 4\beta - 2\alpha = 160^\circ\, 50' - 118^\circ\, 48' = 42^\circ\, 2'$. Mithin wird jede Wasserkugel, deren ausgehender und ins Auge fallender Strahl fg mit der Linie aus der Sonne gk einen Winkel von $42^\circ\, 2'$ macht, an der Stelle f helles Sonnenlicht zeigen.

Gesetzt nun, das Auge (fig. 23.) g habe diese Lage, daß es eine Fläche oder Wand von Wassertropfen wie b a siehet, wenn die Sonne hinter selbigem sich befindet und die Fläche nach den Linien fa, fb bescheinet, so werden alle diejenigen Strahlen wie gf, welche mit gk einen Winkel von $42^\circ\, 2'$ machen, an der Wand den Bogen a m o n treffen. Alle Stellen dieses Bogens müssen heller erscheinen, als die übrigen. Da nun von allen Punkten der scheinbaren Sonnenscheibe Sonnenstrahlen einfallen, so wird aus dem Bogen a m o n ein heller Streif von concentrischen Bogen, von der Breite des scheinbaren Sonnendurchmessers.

Das Auge würde daher die Erscheinung des Regenbogens wirklich als einen solchen hellen Streif sehen, wenn es keine Farbenzerstreuung gäbe. Weil aber diese bey jeder Brechung Statt findet, mithin das Verhältniß $\mu : \nu$ für alle Farbenstrahlen verschieden ist, so folgt daraus, daß auch der Werth von x für jede Farbe ein anderer seyn, und daher jede Farbe einen besondern Bogen um den Mittelpunkt k sich bilden müsse.

Nach **Newton** ist das Brechungsverhältniß $\mu : \nu$ aus Luft in Wasser für die rothen Strahlen $108 : 81 = 4 : 3$, für die violetten $109 : 81$. Es gilt daher vorige Rechnung nur für rothe Strahlen. Für die violetten Strahlen wird das Quadrat des

$$\text{cos. } \alpha = \frac{11881 - 6561}{19683} = \frac{5320}{19683}, \text{ und}$$

das

das Quadrat von sin. $\beta = \frac{26244 - 11881}{35643} = \frac{14363}{35643}$, woraus mittelst der trigonometrischen Tafeln $\alpha = 58° 40'$ und $\beta = 39° 24'$ gefunden wird. Daraus ergibt sich also $x = 4\beta - 2\alpha = 157° 36' - 117° 20' = 40° 16'$, als der scheinbare Halbmesser für den violetten Bogen. Daher erhellet es, daß der violette Bogen inwendig fällt, weil er einen kleinern scheinbaren Halbmesser, als der rothe Bogen hat. Es ist also die ganze Breite des farbigen Streifs dem Unterschiede der Halbmesser des rothen und des violetten Bogens gleich, wird aber doch wegen der Breite der Sonnenscheibe noch um den Sonnendurchmesser, d. i., um 30' vergrößert; mithin ist die Breite dieses Streifs $= 42° 2' - 40° 16' + 30' = 2° 16'$.

Nach dieser Theorie des Hauptregenbogens beträgt also der kleinste Halbmesser 40° 1' und der größte 42° 17'. Die andern Farben erscheinen zwischen der Breite des Regenbogens nach ihrer verschiedenen Brechbarkeit.

Die bey e an der Hinterfläche der Kugel (fig. 21.) zurückgeworfenen Strahlen gehen zwar bey f größtentheils aus der Kugel, ein Theil wird aber doch noch in die Lage fh reflektirt, und beym Ausgange nach hi gebrochen. Von solchen zwey Mahl gebrochenen und zwey Mahl reflektirten Strahlen können auch einige wirksame, d. i., nahe und parallele, wie es die fig. 24. vorstellet, ins Auge g kommen. Solche Strahlen werden diejenigen seyn, welche die Vorderfläche der Kugel am untern Theile bey d treffen, sich, noch ehe sie an die Hinterfläche kommen, durchkreuzen, von ei parallel nach fh gehen, sich daselbst nach der Zurückwerfung abermahls durchkreuzen, und bey ak beym Ausgange parallel ins Auge kommen. In dieser parallelen Lage schneiden sie die nach der Sonne gehende Linie fd unter dem Winkel ω, dessen Differenzial aus eben den Gründen, wie vorhin, $= 0$ seyn muß.

In dem Fünfecke ckfed, welches der Weg eines solchen Strahls bildet, ist die Summe aller Winkel, wie in jedem

jedem Fünfecke, sechs rechten Winkeln gleich. Setzt man also den rechten Winkel $= R$, so findet man den Winkel $\omega = 6R - (d + k) - (e + f)$; und, weil $d = k$, und $e = f$, so wird $\omega = 6R - 2d - 2e$. Nun ist aber der Winkel d der Nebenwinkel von δ, mithin $2d = 4R - 2\delta = 4R - 2\alpha + 2\beta$, und $2e = 4\beta$; mithin wird

$$\omega = 6R - 4R + 2\alpha - 2\beta - 4\beta$$
$$= 2R + 2\alpha - 6\beta \text{ und}$$
$$d\omega = 2d\alpha - 6d\beta.$$

Wird nun $d\omega = 0$ gesetzet, so erhält man $2d\alpha = 6d\beta$ oder $d\alpha = 3d\beta$. An dieser Stelle wird der Winkel ω ein Kleinstes, und gibt den Winkel der wirksamen Strahlen.

Setzt man nun in obiger Formel A) für $d\alpha^2$ den gleichen Werth $9d\beta^2$, so verwandelt sich selbige in

$$9\nu^2 . \cos. \alpha^2 = \mu^2 - \nu^2 + \nu^2 \cos. \alpha^2.,$$

woraus gezogen wird

$$C) \cos. \alpha^2 = \frac{\mu^2 - \nu^2}{8\nu^2} \text{ und } \sin. \beta^2 = \frac{9\nu^2 - \mu^2}{8\mu^2}.$$

Ist das Brechungsverhältniß $= 4:3$, so findet man das Quadrat

$$\text{von } \cos. \alpha = \frac{16 - 9}{72} = \frac{7}{72}, \text{ und das Quadrat}$$

$$\text{von } \sin. \beta = \frac{81 - 16}{128} = \frac{65}{128},$$

woraus mittelst der trigonometrischen Tafeln $\alpha = 71^\circ\ 50'$ und $\beta = 45^\circ\ 27'$ gefunden wird. Es ist also der Werth von

$$\omega = 180^\circ + 143^\circ\ 40' - 272^\circ\ 42' = 50^\circ\ 58'.$$

Befindet sich also das Auge (fig. 23.) g einer von der Sonne beschienenen Tropfenwand gegenüber, so treffen diejenigen Gesichtslinien, welche mit g k einen Winkel von fast 51° machen, an der Wand den Bogen q h p, dessen Stellen auch wirksameres Licht, als die übrigen, ins Auge senden. Daher nimmt man hier einen zweyten hellen Bogen auswendig von jenem etwa um 9° entfernet gewahr, welcher wegen der Größe der Sonnenscheibe eine Breite von 30′ hat.

Weil

Weil aber bey jeder Brechung eine Farbenzerstreuung Statt findet, so enthält eigentlich dieser Bogen bloß rothes Licht, indem das bey der Rechnung angenommene Brechungsverhältniß nur für rothe Strahlen gilt.

Für die violetten Strahlen, wo $\mu : \nu = 109 : 81$ ist, wird das Quadrat von

$$\text{cos.}\ \alpha = \frac{11881 - 6561}{52488} = \frac{5320}{52488},$$

und das Quadrat von

$$\text{sin.}\ \beta = \frac{59049 - 11881}{95048} = \frac{47168}{95048},$$ woraus

$\alpha = 71^\circ\ 26'$ und $\beta = 44^\circ\ 47'$ gefunden wird. Es ist daher $\omega = 180^\circ + 142^\circ\ 52' - 268^\circ\ 42' = 54^\circ\ 10'$. Hieraus erhellet, daß der violette Bogen auswendig fällt, weil sein Halbmesser größer ist, als der vom rothen Bogen. Die übrigen Farbenbogen befinden sich zwischen diesen beyden Bogen nur in einer Ordnung, welche der beym Hauptregenbogen verkehrt ist. Die Breite des ganzen Farbenbogens beträgt also $54^\circ\ 10' - 50^\circ\ 58' + 30' = 3^\circ\ 42'$.

Es beträgt demnach der kleinste Halbmesser $= 50^\circ\ 43'$, der größte $54^\circ\ 25'$. Es ist übrigens sehr leicht zu begreifen, daß dieser äußere Regenbogen viel blässer und schwächer als der innere seyn müsse, weil er bloß von dem Ueberreste der Strahlen erzeuget wird, welche bey f (fig. 24.) nicht völlig ausgehen, und noch außerdem bey k gebrochen werden, wo auch selbst wieder ein Theil des Lichtes zum dritten Mahle reflektiret wird. Von diesem zum dritten Mahle reflektirten Lichte kann ein dritter Regenbogen entstehen. Weil aber dieses Licht auf der Hinterfläche der Tropfen ausgehet, so wird ihn das Auge nur alsdann bemerken, wenn es gegen die Hinterfläche der Tropfen, d. i., gegen die Sonne selbst gerichtet ist. Es erscheinet also ein Bogen um die Sonne. Die Rechnung darüber wird eben so wie bey den vorigen geführet; sie ergibt, daß für diesen dritten Regenbogen $4\beta - \alpha$ ein Größtes werden, folglich $d\alpha = 4d\beta$ seyn, und

$$\cos. \alpha^2 = \frac{\mu^2 - \nu^2}{15\nu^2} \text{ und } \sin. \beta^2 = \frac{16\mu^2 - \nu^2}{15\mu^2}$$

seyn müsse. Der äußere Halbmesser für die rothen Strahlen beträgt 41° 37′ und die Breite des Regenbogens $4\frac{1}{2}$°. Um diesen dritten Regenbogen könnte sich ein vierter von vier Mahl reflektirtem Lichte bilden, für welchen $5\beta - \alpha$ ein Größtes, mithin $d\alpha = 5d\beta$ wäre, und in der Formel für $\cos. \alpha^2$ der Divisor $24\nu^2$ seyn müßte. Der rothe Bogen würde hierbey inwendig sich befinden, einen Halbmesser von 4,° 53′, und der Regenbogen eine Breite von 5° 41′ besitzen. Es wird aber dieser, so wie der dritte, wegen Nähe der Sonne, und wegen des äußerst schwachen Lichtes nie sichtbar, wenn auch gleich Regenwolken in dieser Gegend sich befinden.

In der Natur selbst kommen bloß der Hauptregenbogen und der zwente äußere vor. Diese entstehen, sobald eine regnende Wolke von der Sonne beschienen werden kann, und der Zuschauer eine solche Lage hat, daß die reflektirten Strahlen gehörig ins Auge gelangen können. Es sind zwar die Tropfen, durch welche der Regenbogen gebildet wird, im Fallen, und derjenige Tropfen, welcher dem Auge rothes Licht zusendete, wird demselben in folgenden Augenblicken gelbes, grünes und zuletzt blaues Licht zuschicken; allein es tritt an die Stelle des vorigen alle Augenblicke ein anderer Tropfen, so daß die Tropfen, welche den Regenbogen bilden, als unbeweglich angesehen werden können, so lange es regnet. Gewöhnlich ist auch die Regenwolke vom Auge weiter entfernet, als der Halbmesser der Gesichtsgrenze beträgt; daher müssen nothwendig alle Farben des Regenbogens, so weit nämlich der Regenbogen gehet, als Kreisbogen vom Auge gesehen werden. Demnach ist der Regenbogen selbst als ein Streifen oder als ein Ring von der Grundfläche eines geraden Kegels zu betrachten, dessen Spitze der Mittelpunkt des Auges ist. Der Mittelpunkt des Regenbogens, das Auge und die Sonne sind beständig in einer geraden Linie. Daraus ist also klar, daß ein jeder Zuschauer seinen

seinen eigenen Regenbogen wahrnimmt. Wenn an einer Stelle der Wolke die Regentropfen fehlen, so bildet sich kein zusammenhängender Bogen, und man nennt ein solches kurzes Stück des Regenbogens eine **Regengalle**.

Man pflegt gewöhnlich zu sagen, daß der Horizont einen Theil des Regenbogens bedecke. Allein es kömmt hier nicht auf den Horizont, sondern vielmehr auf die Größe der regnenden Wolke an. So weit sich nämlich diese erstrecket, und so weit sie die Sonne bescheinen kann, so weit reicht auch der Regenbogen. Im platten Lande wird freylich die Tropfenwand, mithin auch der Regenbogen vom Horizonte begrenzt. Befindet sich aber der Zuschauer in der Höhe, und sieht den Regen, auf welchem die Sonne scheinet, bis in die tiefsten Gegenden fallen, so sieht er auch den Regenbogen so weit, als der Regen fällt, und es scheinet derselbe mit seinen Schenkeln gleichsam auf den Feldern aufzustehen, auf welchen die vordersten Regentropfen niederfallen. Sonst hegte man wohl den Aberglauben, daß daselbst, wo die Schenkel der Regenbogen aufstehen, goldene Schüsseln sich befinden; es konnte aber niemand zu diesen Ort kommen; denn beym Fortgehen des Zuschauers änderte auch der Bogen seine Stelle, und schien gleichsam vor demselben zu fliehen. Auch rühmten die Alten den Wohlgeruch derjenigen Gesträuche, auf welchen des Regenbogens Schenkel gestanden hätten *).

Wenn die Tropfenwand dem Auge nahe ist, und dieses eine solche Stellung hat, daß es 42° unter dem Mittelpunkte des Bogens noch Tropfen sieht, so erscheinet ihm der Regenbogen als ein völliger Kreis. Dieser Fall findet Statt bey Staubregen, welche von Wasserfällen, Springbrunnen u. dgl. entstehen, wo der nahestehende Zuschauer, der die Sonne im Rücken hat, ganze farbige Kreise siehet. Wird aber die Tropfenwand von dem Horizont begrenzt, so wird auch der Zuschauer ein desto kleineres Stück vom Regenbogen sehen können, je höher die Sonne über dem Horizont

*) Plini. histor. natur. L. XII. c. 24.

sich befindet; denn, weil der Mittelpunkt des Regenbogens, das Auge und die Sonne in einerley geraden Linie liegen, so muß auch der Mittelpunkt des Regenbogens gerade so tief unter dem Horizonte des Zuschauers liegen, als die Höhe der Sonne über dem Horizonte beträgt. Ist also die Höhe der Sonne über dem Horizonte 42° und drüber, so kann auch der Beobachter den Hauptregenbogen nicht mehr sehen; eben so würde er auch den Nebenregenbogen nicht mehr wahrnehmen können, wenn die Höhe der Sonne über dem Horizont 51° und drüber beträgt. Fiel im Gegentheil die Sonne gerade in den Horizont des Beobachters, so würde dieser nun die Hälfte des Regenbogens übersehen können. Daraus erhellet, warum bey uns in den längsten Tagen um Mittag in den gewöhnlichen Stellungen des Auges kein Hauptregenbogen wahrgenommen werden kann.

Weil wir durch einen Gesichtsbetrug die Winkel gegen den Horizont hin gewöhnlich größer schätzen, als gleiche höher gesehene, m. s. **Himmel**, so kommt es auch, daß wir den Regenbogen unten für breiter, als in der Höhe halten. Aus dem nämlichen Grunde kann der Regenbogen in einer elliptischen Gestalt erscheinen, es kann uns auch vorkommen, als ob er eine schiefe Lage hätte, wenn nämlich die Tropfen eine verschiedene Entfernung vom Auge besitzen, und selbiges durch irgend einen Umstand Veranlassung erhält, diese Verschiedenheiten zu bemerken.

Zur Bestätigung der Theorie des Regenbogens kann folgender leichte Versuch dienen: man füllt eine dünne hohle gläserne Kugel mit Wasser an, welche an einer Schnur aufgehangen, und mittelst derselben durch Hülfe einer Rolle auf- und niedergezogen werden kann. Wird nun diese Kugel von der Sonne beschienen, und das Auge so gestellet, daß die Gesichtslinie mit den Sonnenstrahlen einen Winkel von 42° macht, so sieht man an der untern oder von der Sonne abgewendeten Seite ein sehr lebhaftes Roth; läßt man hierauf die Kugel nach und nach weiter herab, so erscheinen auch nach und nach statt der rothen Farbe gelb, grün und blau.

Bringt

Bringt man hingegen die Kugel weiter in die Höhe bis zu einem Winkel von 51°, so erscheinet roth auf der obern oder gegen die Sonne abgekehrten Seite, und die übrigen Farben folgen, wenn die Kugel höher gezogen wird. Die nämliche Wirkung erfolget, wenn die Kugel völlig ruhig bleibt, das Auge aber seine Stelle auf die gehörige Art ändert.

Diese bisher vorgetragene Theorie des Regenbogens, welche eine der schönsten in der Naturlehre ist, hat, besonders seit **Newtons** Zeiten, eine so große Uebereinstimmung mit der Erfahrung gezeiget, daß niemand an der Richtigkeit derselben gezweifelt hat. Gleichwohl sind in den neuern Zeiten von einem Schriftsteller *) Zweifel dagegen erhoben worden. Nach dessen Versicherung habe er sich bey 30 verschiedenen Beobachtungen nie in der Axe des von ihm gesehenen Regenbogens, wie es die gewöhnliche Theorie erfordere, sondern allemahl rechts oder links neben der Axe befunden. Er habe sogar zuweilen an einem der beyden Füße des Regenbogens gestanden, wobey derjenige Fuß, welcher sich nahe an seinem Fenster endigte, das Dach und die Wand des benachbarten Hauses gefärbt habe, wiewohl die Regentropfen nur sehr einzeln herabgefallen wären. Er führet ferner Beobachtungen an, wo man zwey bis drey Regenbogen zugleich an verschiedenen Stellen des Horizontes bemerket habe; und er selbst will im Nov. 1787 zwey sehr stark gefärbte Bogen mit Farben in einerley Ordnung gesehen haben, wobey der Umkreis des größern durch den Mittelpunkt des kleinern gegangen sey. Bey seinen Reisen in die Gebirge des südlichen Frankreichs sey er versichert worden, daß ein und der nämliche Regenbogen allen Beobachtern in einem Umfange von drey bis vier Quadratmeilen erscheinen könne, und daß sie die Grenzen desselben auf dieselben Punkte des Horizontes referirten. Der äußere Regenbogen stehe von dem Hauptregenbogen weit geringer ab, als nach der ge-

*) Observations sur arc-en-ciel, suivies de l'application d'une nouvelle theorie aux colères de ce phenomène; par M. l'Abbé P.... à Paris 1788. 8.

meinen Theorie seyn müßte, und scheine beynahe unmittelbar an diesen zu grenzen. Ueberdem sehe man nicht allezeit zwey Bogen, sondern oft nur einen, auch wohl drey, welches alles aus der gewöhnlichen Theorie sich nicht einsehen lasse. Alles dieß hat ihm Veranlassung gegeben, die Erscheinung des Regenbogens mehr aus der Beugung des Lichtes abzuleiten, welche das Sonnenlicht erleidet, wenn es durch eine Oeffnung in einer vorhandenen Wolkenmasse auf einen dunkeln Grund fällt. Weil nämlich die Beugung des Lichtes nur am Rande der Oeffnung Statt hat, so wird auch das gegenüber projicirte Sonnenbild nur am Rande gefärbet seyn. Dieses Bild hat eine beträchtliche Größe, weil die Wolke weit entfernet ist, und besitzet eine kreisrunde Gestalt, weil das Licht in einem dunkeln Zimmer allemahl ein kreisförmiges Bild projicirt, wenn auch gleich die Oeffnung, wodurch das Sonnenlicht geht, nicht kreisförmig ist; es würde also auch der Regenbogen einen völligen Kreis vorstellen, wenn ihn nicht die Erde durchschnitte. Hieraus erkläret er auch den Schatten, welcher jeder Zeit an der äußern Grenze des Regenbogens erscheinet, und nach der gewöhnlichen Theorie davon abgeleitet wird, daß die außerhalb des Bogens befindlichen Tropfen gar kein Licht ins Auge senden. Ein solcher Schatten zeige sich um jedes Sonnenbild im verfinsterten Zimmer. Der äußere Bogen entsteht nach ihm aus einer ordentlichen Abspiegelung des Hauptregenbogens im dunkeln Hintergrunde.

Alle diese Einwürfe scheinen aber doch lange nicht hinreichend zu seyn, um die gewöhnliche Theorie des Regenbogens, welche mit der Erfahrung aufs vollkommenste übereinstimmt, über den Haufen zu werfen. Die Beobachtungen, welche hier sind angeführet worden, könnten wohl mehr von Phänomenen herrühren, die mehr zu den Halonen und Höfen, als zu den wahren Regenbogen gehören. Ueberhaupt kann es farbige Bogen am Himmel geben, welche aus keiner von beyden Theorien erkläret werden können. Dergleichen einzelne Beobachtungen scheinen also keine hinreichende

Gründe

Gründe zu geben, von der gemeinen Theorie des Regenbogens abzugehen.

Was die Geschichte der Meinungen über die Entstehung des Regenbogens betrifft, so findet man sie bey **Sturm** α), und sehr vollständig bey **Bergmann** β). Auch findet man sie erzählet von **Mallet** γ) und **Kotelnikow** δ). Ein solches glänzendes Phänomen, wie der Regenbogen ist, mußte nothwendig schon die Alten aufmerksam machen, um die Entstehung desselben auf irgend eine Art zu erklären. **Aristoteles** ε) führet an, daß der Regenbogen nie mehr als ein halber Kreis sey, und dieses nur beym Auf- oder Untergange der Sonne; je höher die Sonne am Himmel sey, desto kleiner sey der Regenbogen, so daß im Sommer zu Mittage in Griechenland kein Regenbogen entstehen könne; es zeigen sich an selbigem dreyerley Farben, und wenn zwey Regenbogen erscheinen, so habe der äußere ein matteres Licht. Auch berichtiget er einige Sätze seiner Vorgänger z. B. daß der Mond keinen Regenbogen verursachen könne. Einen künstlichen Regenbogen könne man machen, wenn man mit einem Ruder ins Wasser schlage, oder sonst auf eine andere Art das Wasser herumspritze, wobey der Zuschauer aber den Rücken gegen die Sonne zugekehret haben müsse. Nach seiner Meinung wird der Regenbogen durch Zurückwerfung der Sonnenstrahlen hervorgebracht. Dadurch entstehe nämlich eine Menge Sonnenbilder, deren jedes unvollkommen sey, und nur Farben zeige, weil jeder Tropfen zu klein sey, um ein sichtbares Bild zu geben. **Seneca** ζ) trägt eben die Meinungen des Aristoteles über den Regenbogen vor, und

N 5 füget

α) θαυμαντιάδος θαύματα s. iridis admiranda sub rationis accuratius examen revocata. Norib 1699. 4.

β) De arcus coelestis explicationibus in s. opusc. phys. chem. Vol. V. Lips. 1788. 8. p. 314.

γ) Ueber die Erklärung des Regenbogens, in den schwed. Abhandl. 1763. S. 239.

δ) Phaenomenorum iridis s. arcus coelestis disquisitio in nov. commentat. Petropol. Tom VII. p. 252.

ε) Meteor. Lib. III. cap. 2 et 3.

ζ) Quaestion. natural. I. cap. 2 — 6.

füget seine eigene Erklärung hinzu, daß der Regenbogen das von einer hohlen und feuchten Wolke zurückgeworfene Bild der Sonne sey. Daß es verworren sey, verursache die Beschaffenheit und die Figur des Spiegels; daß es farbicht sey, rühre von der Vermischung der Farben des Sonnenlichtes und der Farbe der Wolke her. Im Wasser erscheine alles größer, daher auch das Sonnenbild in einer feuchten Wolke vergrößert werde. In Ansehung der Farben des Regenbogens beziehet er sich auf die eckigen Gläser, indem diese, wenn das Sonnenlicht durch sie falle, alle Farben des Regenbogens spielen, ohne jedoch darauf zu denken, daß das Licht in diesen eckigen Gläsern gebrochen werde.

Mehr von dem Regenbogen findet sich in der Optik des **Vitellio** *). Dieser nimmt zur Entstehung des Regenbogens außer der Brechung auch die Reflexion des Lichtes an. Die Brechung aber sieht er bloß als ein Mittel an, das Licht zu verstärken, um es dem Auge empfindbar zu machen. Im Regenbogen nimmt er nur drey Hauptfarben an, und glaubet, wie **Seneca**, daß sie aus einer Vermischung des Sonnenlichtes mit der dunkeln Farbe der zurückwerfenden Wolke entstehen. Er ist auch der erste, welcher den Halbmesser des Bogens bestimmte, indem er anführet, daß die Höhe des Bogens und der Sonne zusammen immer 42° ausmachen; erinnert aber, daß die Strahlenbrechung in der Atmosphäre einen kleinen Unterschied hierin verursachen werde. Auch gedenket er des Versuchs, die Regenbogenfarben durch ein rundes mit Wasser angefülltes in Sonnenschein gestelltes Glas hervorzubringen, wobey sich auf dem Boden dergleichen Farben zeigen. Er hält aber diese Farben nicht für Regenbogenfarben, weil die Anzahl verschieden sey, und man sie nicht durch Zurückstrahlung, sondern durch gerade fortgepflanztes Licht sehe. Dabey bemerket er auch nicht, daß die runde Gestalt des Glases nichts zu der Sache thue.

Nach der Wiederherstellung der Wissenschaften blieb die Lehre vom Regenbogen noch lange Zeit dunkel. Josse Clictho-

*) Opticae thesaurus per *Frid. Risnerum.* Basil. 1572. fol. p. 458 sq.

Clicthove [α]) (Jodocus Clicthoveus), welcher 1543 verstorben, ein Doctor der Sarbonne und Decan des Andreasstiftes zu Chartres, behauptete, daß der Nebenregenbogen ein Bild des Hauptregenbogens sey, weil sich die Farben in umgekehrter Ordnung an ihm zeigen, so wie im Wasser sich die Bilder der Objekte umgekehrt am Ufer darstellen. Allein **Gilbert** [β]) bemerket, daß hiernach die Figur des äußern Regenbogens, so wie die Farben umgekehrt seyn, und folglich die erhabene Seite unterwärts liegen müßte; daher nennt er diesen Gedanken albern, und eines aristotelischen spitzfindigen Kopfes würdig. **Gilbert** selbst aber führet eben so wenig, wie dieser, etwas erhebliches über den Regenbogen an. Aus der Erscheinung des Regenbogens wußte man, daß er durch Zurückstrahlung des Lichtes verursachet werden müsse; der einzige Umstand, welcher zu dieser Zeit noch nicht erkläret werden konnte, war die regelmäßige Erscheinung der Farben. Bey der bloßen Zurückwerfung der Strahlen hatte man keine Farben bemerket, wohl aber bey der Brechung; allein niemand verfiel darauf, letztere auf eine schickliche Art zu benutzen. **Porta** [γ]) erklärte zwar die Farben der Regenbogen durch die Brechung der Strahlen, aber nicht in den einzelnen Tropfen, sondern in der ganzen Masse des Regens oder der Dünste.

Franz Maurolycus [δ]) setzet den Winkel, unter welchem die Sonnenstrahlen von der Wolke nach dem Auge zu geworfen werden, bey dem Hauptregenbogen 45°, bey dem äußern 56½°, und berufet sich auf eigene Erfahrungen. Die Höhe des Regenbogens könne aber doch bey untergehender Sonne etwas kleiner als 45° gefunden werden, doch wisse er aber nicht, wie dieß zugehe; vielleicht rühre es von der nicht ganz genauen Kugelgestalt der Tropfen her. Er läßt den Lichtstrahl ohne Brechung in den Tropfen fahren, und darin

α) Philosophiae naturalis paraphrasis. Paris 1501. fol.
β) De magnete. p. 273.
γ) De refractione. p. 202.
δ) Photismi de lumine et umbra ad perspectiv. radiorum et inuidentium facientes. Venet. 1575. 4. Lugd. 1613. 4. p. 57 sq.

darin sieben Mahl von der innern Fläche des Tropfens unter demselben Winkel von 4.° abprellen, und darauf wieder ohne Brechung ins Auge kommen. Er leitet also die Entstehung des Regenbogens nicht, wie alle seine Vorgänger thaten, von der Zurückwerfung der Sonnenstrahlen von der ganzen Wolkenmasse, sondern richtig von den einzelnen Tropfen ab. Die Farben sollen von der verschiedenen Menge des Lichtes und von der Beymischung des Wassers herrühren. Er scheint übrigens der erste zu seyn, welcher sieben Farben des Regenbogens zählet, und nennt ihn daher **siebenfarbig** (septicolor).

Der erste, welcher den wahren Grund zur Erklärung des Regenbogens geleget hat, war **Johann Fleischer**, Rector der Schule zu Goldberg im Fürstenthume Liegnitz; und nachher Doctor der Theologie und Prediger zu Breslau a). Seiner Meinung nach bildet sich der Regenbogen in einem thauigen Dunste (vapor roridus), welcher sich in Tropfen zu verdichten anfängt, aber noch kein Wasser oder Regen ist. Er glaubet, daß nicht allein der Lichtstrahl sich in einem Tropfen zwey Mahl brechen, und von einem andern dahinterliegenden Tropfen ins Auge zurückgeworfen werde, sondern daß er auch vielleicht noch in einem vorliegenden Tropfen wieder gebrochen werden möge. Was den äußern Regenbogen betrifft, so weiß er diesen eben so wenig, wie die Farben zu erklären; die letztern leitet er davon ab, daß einige Strahlen mehr als andere in die thauigen Wolken eindringen. Ueber die Größe des Bogens führet er die Erfahrung an, daß bey einer Höhe der Sonne von 13° 36′ die Höhe des Bogens 28° 24′ gewesen sey, so wie die Höhe des Bogens beym Aufgange der Sonne 42° 30′ gefunden worden. Es beträgt also die Summe jener beyden Höhen 42° als der Halbmesser des Bogens. Diesen Halbmesser hält er jedoch etwas veränderlich. Der Herr Prof. Scheibel

a) De iridibus doctrina Aristotelis et Vitellionis, certa methodo comprehensa etc. Witeb. 1511. 8.

bel α) hat von der Schrift des Herrn **Fleischer** vollständigere Nachricht ertheilet.

Endlich gab auch **Markus Anton de Dominis** β), Bischoff zu Spalatro, die richtige Erklärung von dem Wege der Strahlen an, ob er gleich sonst als Physiker nicht bekannt ist. Er behauptete, daß die doppelte Brechung mit einer darzwischen vorgehenden Zurückwerfung hinlänglich sey, sowohl die Farben zu erzeugen, als auch die Strahlen ins Auge zu bringen, ohne daß weiter eine Zurückwerfung nöthig sey. Er beschreibt ganz deutlich den Gang des Strahls, wie er erstlich oberwärts in den Tropfen gehet, daselbst nach der Hinterseite inwendig hin gebrochen, von da nach unten hin zurückgeworfen, und endlich hier beym Ausfahren aufs neue dergestalt gebrochen werde, daß er auf diese Weise ins Auge komme. Alles dieß leitete er von dem Versuche mit der gläsernen Kugel ab, welcher oben beschrieben worden. Weil dieser Versuch lehret, daß alle gleichfarbige Strahlen an ähnlich liegenden Stellen jedes Tropfens ausfahren, so erkläret er daraus sehr deutlich, daß jede Farbe einen Kreisbogen bilden müsse, dessen Mittelpunkt in der Linie der Sonne durch das Auge liegt. Diese Erklärung des Hauptregenbogens muß de Dominis bereits um 1590 gegeben haben, weil nach der Nachricht des Herausgebers derselbe seine Schrift um diese Zeit in Padua und Brixen aufgesetzet und ihm mitgetheilet habe. Nach Herrn **Scheibels** Versicherung findet man keine Spur, daß er **Fleischers** Schrift gekannt habe.

Von den verschiedenen farbigen Strahlen behauptet **de Dominis**, daß diejenigen roth wären, welche innerhalb des Tropfens den kleinsten Weg zurücklegten, diejenigen hingegen blau, welche am weitesten durchs Wasser gehen. Was die Entstehung des äußern Regenbogens anbetrifft, so irrte er sich in seiner Erklärung. Er glaubte nämlich, daß sich dieser

α) De *Jos. Fleischeri* Vratislaviensis in doctrinam de iride meritis. Vratisl. 1762. 4.

β) De radiis visus et lucis in vitris perspectiuis de iride tractatus p. *Jos. Bartolum* in lucem editus. Venet. 1611. 4.

dieser eben so wie der Hauptregenbogen bilde; denn er meinte, daß die vom untern Sonnenrande herkommenden Strahlen durch zweymahlige Brechung und einer Reflexion aus andern Stellen ins Auge gebracht würden, da der Hauptregenbogen von Strahlen des obern Randes entstünde. Aus der Entstehung der Farben bemühet er sich zugleich zu erklären, warum die Farben im äußern Regenbogen umgekehrt sind. Diese Erklärung ist aber äußerst gezwungen, und die dazu gebrauchte Figur undeutlich. Auch vermißt man in dieser ganzen Theorie die Bestimmung der Halbmesser beyder Bogen aus dem Brechungsverhältnisse.

Descartes *) verfolgte den Weg, welchen **de Dominis** schon eingeschlagen hatte, weiter, und gab zuerst die richtige Erklärung von der Entstehung des äußern Regenbogens an, indem nämlich selbiger durch zweymahlige Brechungen und zweymahlige Reflexionen hervorgebracht werde, wobey der Strahl im untern Theile des Tropfens eingehet, und von oben her ins Auge gebracht wird; diese Erklärung gründete er auf eben den oben angeführten Versuch mit der voll Wasser gefüllten Glaskugel. Er fand dabey, daß die Winkel der Gesichtslinien mit der Linie nach der Sonne für die rothe Farbe 42° und 52° betragen, für die übrigen aber der erste etwas kleiner und der letztere etwas größer sey. Noch mehr überzeugte er sich von der Richtigkeit dieser seiner Erklärung dadurch, daß die Farben verschwanden, wenn er die Stelle (fig. 21.) d bedeckte, oder den Strahl fd mit einem undurchsichtigen Körper auffing; wenn er aber gleich die ganze Kugel, außer den Stellen d und f, bedeckte, so behielt der Strahl die rothe Farbe. Dieser nämliche Erfolg fand Statt, wenn er die Stellen (fig. 24.) d und k bedeckte oder offen ließ, da im ersten Fall der rothe Strahl verschwand, im andern aber vorhanden war. Nur blieb ihm noch eine Hauptschwierigkeit übrig; wenn nämlich auch die Glaskugel eine andere Lage, als die angeführte hat, so können doch nach zweymahligen Brechungen und einmahliger oder auch zweymahliger

*) Meteora. cap. 8.

mahliger Reflexion Strahlen ins Auge kommen, ohne Farben zu erblicken. Daher nahm er seine Zuflucht zu dem Prisma. M. s. **Prisma**. Allein hierbey entfernet er sich von der eigentlichen Sache, vertieft sich in Hypothesen, und sucht die Farben aus einer umdrehenden Bewegung der Lichttheilchen und in dem Angrenzen des Lichtes und Schattens zu erklären, ohne auch nur den geringsten Nutzen für den eigentlichen Zweck daraus zu ziehen. Endlich aber hat er die Untersuchungen, warum die Farben nur unter gewissen Winkeln erscheinen, bey Seite gesetzet, und sich lieber damit beschäftiget, die Wege der Strahlen einer Berechnung zu unterwerfen, um die Winkel zu entdecken, unter welchen sie nach zwey Brechungen und einer oder zwey Zurückwerfungen ins Auge kommen.

Die Berechnungen hierüber sind sehr weitläuftig und umständlich, weil ihm die Vortheile der Rechnung des Unendlichen mangelten. Er nimmt das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas nach den genauesten Erfahrungen 250:187 an, theilet den Halbmesser des Tropfens in 10000 gleiche Theile, läßt auf jeden Theilungspunkt einen Sonnenstrahl fallen, und berechnet für die zehn Strahlen, die in den Anfang jedes Tausenden fallen, die Winkel, unter welchen sie nach einer und nach zweyen Reflexionen aus dem Tropfen ausgehen. Für die einmahlige Zurückwerfung findet er beym 8000sten Strahle vom Mittelpunkte aus gerechnet den Winkel (fig. 21.) $x = 40^{\circ}\ 44'$, als den größten unter allen. Auf diesen berechnete er weiter die Winkel x vom 8000sten bis zum 9800sten Strahle für alle, die in den Anfang eines Hunderten fallen, und findet so, daß ihr Werth für alle Strahlen zwischen den 8500sten und 8600sten in Minuten gleich nämlich allezeit $41^{\circ}\ 30'$ ist. Eben so verfuhr er mit dem Winkel (fig. 24.) ω, den er, wenn er ein Kleinstes ist, $51^{\circ}\ 54'$ groß fand. Für diese Winkel ändert sich die Lage des ausfahrenden Strahles unmerklich, wenn gleich der Strahl dem Mittelpunkte des Tropfens merklich in Rücksicht auf den ganzen Halbmesser sich nähert oder davon entfernet. Ein Auge also, das den

Tropfen

Tropfen unter diesen Winkeln sieht, bekommt Parallelstrahlen von mehreren Stellen des Tropfens, und sieht also mehr Licht, als unter andern Winkeln. Dieß ist die erste richtige Erklärung der Größe der Bogen aus den Stellen der wirksamen Strahlen, und zugleich die erste mathematische Berechnung derselben, welche jetzt durch Hülfe der Rechnung des Unendlichen kürzer und überzeugender ist.

Descartes hat also die Erscheinungen der beyden Regenbogen auf diese Art richtig bestimmt. Aber wir würden hiernach nur einen glänzenden oder hellen Streifen ohne Farben am Himmel wahrnehmen, wenn die Strahlen alle gleichviel Brechbarkeit hätten, wie **Descartes** damahls annahm. Es hat also dieser bewiesen, daß wir am Himmel zwey helle concentrische Kreisbogen sehen müssen, deren Halbmesser 41° 20′ und 51° 54′ einnehmen, und deren Durchmesser dem Sonnendurchmesser gleich ist, weil die Linie (fig. 21.) gk nach jedem Punkte der Sonne gezogen werden kann. Es blieb also nur noch der einzige Umstand zurück, auch die Farben des Regenbogens zu erklären. Dieß blieb einem **Newton** vorbehalten.

Nachdem nämlich **Newton** die verschiedene Brechbarkeit des Lichtes entdecket hatte, so ließen sich daraus nicht allein die Entstehung, sondern auch die Ordnung der Farben auf ein Mahl vollständig erklären. Das hierher gehörige trägt **Newton** als eine Anwendung seiner Farbentheorie vor. Er nimmt dabey das Brechungsverhältniß aus Luft in Wasser für die am meisten und am wenigsten brechbaren Strahlen wie 109:81 und 108:81 an, berechnet die Winkel, unter welchen die meisten Strahlen von jeder Farbe ins Auge kommen, und findet dieser Rechnung gemäß diese Winkel für den innern Regenbogen 40° 17′ und 42° 2′, für den äußern 54° 7′ und 50° 57′. Es bildet daher jeder farbige Strahl einen eigenen Kreisbogen, welcher mit den übrigen concentrisch ist, und im Hauptregenbogen fällt der violette Strahl inwendig und der rothe auswendig, im Nebenregenbogen hingegen gerade verkehrt. Die Erfahrung stimmt auch

auch mit Newton's Rechnung vollkommen überein; den größten Halbmesser des Hauptregenbogens fand er 42°, die Breite 2¼°; die kleinste Entfernung beyder Bogen 8½°, und der Nebenregenbogen beynahe im Verhältnisse 3:2 breiter als der Hauptregenbogen.

In den neuern Zeiten, da die Kunstgriffe der höhern Rechenkunst immer mehr entwickelt wurden, hat man auch Mittel gefunden, diese Rechnungen zu erleichtern, und sie auch auf solche Regenbogen zu erstrecken, die bloß möglich sind, und welche durch mehr als zwey Zurückwerfungen der Strahlen innerhalb der Regentropfen entstehen könnten. Mit dieser bloß mathematischen Aufgabe haben sich Halley α), Johann Bernoulli β) u. a. beschäftiget.

Es gibt auch zuweilen ungewöhnliche Arten von Regenbogen, die man zuweilen vor sich in der Luft schweben, oder auf der Erde liegen sieht. Einen solchen nahm einmahl D. Langwith γ) wahr. Dieser erstreckte sich auf der Erde einige 100 Ellen fort, wo er zuletzt doch noch von einem höher liegenden Felde unterbrochen ward. Die Figur desselben war länglicht rund und dem Augenmaße nach ein Stück von einer Hyperbel; die erhabene Seite war nach seinem Auge zu gekehret, und die Farben in den ihm zunächst liegenden Theilen des Bogens nahmen einen schmälern Raum, und waren lebhafter als in den entferntern Theilen. Die Entstehung dieser Erscheinung läßt sich leicht so erklären: die Regentropfen, welche diesen Bogen bilden, liegen auf dem Boden, und das Auge steht höher, als dieselben. Der Kegel, dessen Oberfläche von den Gesichtsstrahlen gebildet wird, wird von der Erdfläche geschnitten; es kann daher die Figur des Bogens, eine Hyperbel, Parabel und Ellipse seyn, je nachdem die Lage der Erdfläche gegen die Axe des Kegels beschaffen ist. Weil nun die äußern Farben stumpfere Winkel

α) Philosoph. transact. N. 257. for 1700.
β) Opp. Tom. IV. n. 171. p. 97.
γ) Philosoph. transact. Vol. XXXI. n. 369. p. 229.

Winkel bilden, als die innern, so verursachet eine jede Farbe einen andern Bogen, und es lassen sich Fälle gedenken, wo die eine Farbe eine Hyperbel, die andere eine Parabel und die dritte eine Ellipse bildet. **Menzel** α) hat diese Erklärung solcher horizontalen Regenbogen zur Aufgabe aufgegeben. **Jakob Bernoulli** hat die Auflösung in einer Dissertation β) ohne Beweis mitgetheilet, welchen aber **Cramer** in der Genfer Ausgabe der Bernoullischen Schriften γ) beygefüget hat. Auch handelt hiervon **Webb** δ).

Eine gewöhnliche Erscheinung beym Regenbogen ist die eines dritten schmalen gefärbten Bogens unter dem Hauptregenbogen. Er zeigt gewöhnlich nur grün und blau, berührt das Violette des Hauptregenbogens, oder ist davon etwas, aber nur wenig, entfernet. Er ist mehrentheils unterbrochen, und geht wenigstens nie bis an die untern Theile der Schenkel des Hauptregenbogens. Zuweilen sind zwey oder drey solche gefärbte schmale Streifen nahe unter einander, zuweilen, wiewohl selten, bilden sie förmliche Regenbogen, die einander beynahe berühren, und alle die Farben in einerley Ordnung haben, nämlich das Rothe oben, und das Violette unten. Die Erklärung aller dieser Erscheinungen ist aber streitiger. So sahe **D. Langwith** ε) am 21. Aug. 1722 innerhalb des ersten Regenbogens noch einige farbige Ringe, welche sich aber nur am obern Stücke des Bogens zeigten, wenn gleich die Farben unten an den Schenkeln des Hauptregenbogens viel lebhafter waren. Der erste Ring war viel breiter als die andern, ja so viel er urtheilen konnte, so breit, wie die übrigen zusammen. Die Farben des ersten Ringes waren wie die gewöhnlichen Regenbogenfarben; die übrigen zeigten oben die grüne und unten die violette oder Purpurfarbe. Diese Erscheinungen nahmen mehrere Zuschauer zugleich wahr. **Bouguer** ζ) sahe in Peru den

α) Ephemerid. natural. curios. 1686.
β) De seriebus infinitis. Basil. 1689.
γ) Tom I. n. 25. p. 402.
δ) Philosoph. transact. Vol. XLVII. p. 248.
ε) Philosoph. transact. Vol. XXXII. num. 375. p. 241.
ζ) Memoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1757. p. 62.

den ersten dieser Ringe sehr oft, wenn der Himmel nach der Sonne hin recht heiter, und gegenüber ganz dunkel war, in Gestalt eines dritten Regenbogens, welcher an den Hauptregenbogen unmittelbar grenzt. **Le Gentil** nahm am 18. Nov. 1750 unter den beyden gewöhnlichen Bogen zwey andere breite Bogen wahr, deren oberer das Violett des gewöhnlichen Bogens unmittelbar berührte. Beyde waren um etwas mehr als ihre Breite von einander entfernet, welche etwa ein Drittheil der Breite des innern Regenbogens betragen mochte. Ihre Farbe war blau, und der Raum, welchen sie einnahmen, schien ungefähr eben so groß zu seyn, als die Breite des innern Regenbogens. Auch sahe er einmahl mit dem Hrn. **Jouchy** unter dem Violett des gewöhnlichen Bogens einen Raum ohne Farbe so breit als das Grüne und Blaue dieses Bogens zusammengenommen, und darunter ein sehr lebhaftes Grün.

D. **Pemberton** *) hat diese Erscheinungen aus den Anwandlungen des Zurückgehens und Durchgehens zu erklären gesuchet; er nimmt aber dabey an, daß die verschiedentlich gefärbten Strahlen ihre besondern Anwandlungen haben, wenn sie an der Oberfläche eines gewissen Mittels anlangen, ohne die Dicke desselben in Betrachtung zu ziehen. **Priestley** hingegen will lieber diese Farben in sehr kleinen Regentropfen oder Dünsten entstehen lassen, welche mit den größern Tropfen vermischt sind, so daß es mit ihnen eben die Beschaffenheit, wie mit den Farben dünner Blättchen hat. Darum möchten wohl die Nebenbogen bloß unter dem höhern Theile des Regenbogens erscheinen, weil diese Dunstbläschen nicht weit herunterkämen. Andere erklären diese ganze Erscheinung aus zufälligen Farben, welche aus dem Anschauen des Regenbogens in den Augen entstehen. M. s. **Farben, zufällige.** Herr **Klügel** merket hierbey noch an, daß vielleicht die in einem geringen Grade divergirenden Strahlen die Nebenbogen verursachen könnten, da doch die Hauptregenbogen von parallelen Strahlen entstehen. Es würde hier

*) Philos. transact. num. 375.

nur noch zu erklären seyn, warum die Nebenbogen sich nicht ganz herunter erstrecken. Dr. Hellwag [a]) leitet diese Erscheinung aus Wellenringen ab, welche nach ihm auf der obern Hälfte des durch die Luft herabfallenden Tropfens entstehen. Nach Herrn Hube [b]) sollen die Nebenbogen aus der elliptischen Gestalt der Tropfen erzeuget werden. Stellt man sich nämlich einen Lichtstrahl (fig. 25.) a b in einer Wasserkugel vor, der auf ihre Hinterfläche in b unter einem Winkel von 48°, oder unter einem noch größern, auffällt, und in b d zurückgeworfen wird. Unter dieser Voraussetzung kann bey b gar kein Licht, oder höchstens nur etwa das rothe und das gelbe, aus der Kugel in die Luft gehen; alles übrige wird nach d zurückgeworfen, und kommt, wenn es hier, so wie oben bey a, ohne merkliche Schwächung durchgehen kann, in das Auge, welches in der Linie d e ist. Auf dieses muß es oft einen lebhaften Eindruck machen, ungeachtet Strahlen, die beym Einfahren in a parallel waren, beym Herausfahren in d etwas divergiren. Zwar wird es durch das Auseinanderfahren geschwächt, allein dagegen geht auch bey b nichts verloren, und daher kann es, besonders wenn das Auge nicht sehr weit entfernet ist, immer noch stark genug seyn, um von ihm deutlich bemerkt zu werden. Wenn der Strahl f a bey a unter einem Winkel einfällt, der an 82° groß ist, so kann er noch in die Kugel eindringen. Bey b wird er fast ganz zurückgeworfen, und verliert daselbst vorzüglich nur seinen rothen und gelben Theil. Bey d sollte er eben so stark zurückgeworfen werden. Setzt man aber, er gehe wegen irgend einer Ursache hier ganz aus der Kugel, so läßt sich leicht zeigen, daß der Strahl d e mit dem einfallenden f a einen Winkel von etwa 28° machen müsse.

Man sieht leicht, daß das Licht auf die angeführte Art in einen Wassertropfen nicht eindringen kann, wenn er die Gestalt

a) Abhandl. vom vielfachen Regenbogen; im neuen deutsch. Museum 1790. 4tes Stück S. 410.

b) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Leipz. 1793. 8. 63ster Brief. S. 539 u. f.

Gestalt einer vollkommenen Kugel hat, weil alsdann der Einfallswinkel bey a ungemein groß seyn müßte, und das Wasser Strahle, die sehr schief einfallen, so wie der beste Spiegel, zurückwirft, aber fast gar nicht eindringen läßt. Eben so wenig könnte das Licht, wenn es auch in den Tropfen eingedrungen wäre, bey d wieder herausgehen, wenn der Tropfen völlig kugelrund seyn möchte. Setzt man aber, daß er nach oben und nach unten zu von einer Kugel merklich, wenn gleich wenig, abweicht, und länglicht ist, so wird, wenn man die Strahlen ba und bd bis in g und i fortsetzet, der Brechungswinkel bey g kleiner werden als der bey a, und der Einfallswinkel bey i auf eben die Art kleiner seyn als der bey d, wie man leicht aus der Figur sieht. Also wird nun ein Sonnenstrahl hg, der unter einem viel kleinern Winkel einfällt, als fa einfiel, der also größtentheils ins Wasser eindringen kann, nach ab gehen, und in b fast ganz zurückgeworfen werden, in i aber nach ik unter einem viel kleinern Winkel, als vorher, also auch ohne große Schwächung herausgehen. Ein Auge also in k wird von dem Lichte des Punktes b stark gerührt werden können. Die Strahlen aber ik und hg werden einen viel größern Winkel, als den von 28° mit einander machen, obgleich die eigentliche Größe dieses Winkels sich nicht genau bestimmen läßt, da sie bald etwas kleiner bald etwas größer ist, nachdem der Tropfen von der Gestalt weniger oder mehr abweicht. Je weniger er davon abweicht, um desto mehr wird das Licht geschwächt, indem es in ihn eindringt, und aus ihm herausfähret.

Wendet man alles dieß auf die Regen an, so sieht man, daß nur die kleinen Regentropfen ziemlich genau Kugeln seyn können, die größern aber von dieser Gestalt merklich abweichen und länglicht seyn müssen. Diese letztern aber sind bey starken Regengüssen sehr häufig, und können daher außer dem gemeinen Regenbogen noch Streifen erzeugen, in welchen das Grüne und Blaue vorzüglich herrschend ist, weil das Rothe und Gelbe beym Zurückwerfen in b größtentheils

 verlo-

verlören geht. Diese Streifen müssen um den gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Regenbogen farbige Bogen machen, deren Halbmesser über 30° hält. Sie können aber bloß oben unter dem Hauptregenbogen, und nicht unten an seinen Schenkeln zu sehen seyn, weil das Licht, welches sie erzeuget, bloß oben und nicht zur Seite, wo die Tropfen den Kugeln völlig ähnlich sind, in die Tropfen eindringen kann. Ihre Farben gehen in derselben Ordnung, wie die des Hauptregenbogens, weil sie nur eine Zurückwerfung voraussetzen; sie sind aber nicht so deutlich abgesondert, sondern mehr vermischt, weil die Strahlen bey ik nicht parallel sind, sondern etwas divergiren. Zuweilen können mehrere Streifen unter einander seyn, wenn sich die Tropfen in ihrer Größe und Gestalt auf einerley Art von einander unterscheiden. Alsdann aber müssen die untern Streifen immer blässer und blässer werden, weil sie von Tropfen kommen, die sich den Kugeln immer stärker nähern. Zuweilen, wiewohl selten, können die Tropfen so groß und so häufig seyn, daß man mehrere auch mit der rothen Farbe versehene Bogen nahe unter einander sieht. Ueberhaupt, meinet Herr **Hube**, sey schwerlich ein Umstand, der sich nicht aus der gegebenen Erklärung sehr leicht begreifen lasse.

Boscowich *) sahe am Tage nach einem großen Windwirbel zwey Stunden vor Untergang der Sonne außer den beyden gewöhnlichen Regenbogen noch einen dritten, welcher den innern berührte, und eine Viertelstunde vor Untergange innerhalb des innersten vornehmsten Regenbogens noch drey mit eben der Ordnung der Farben einen an den andern anführend, ganz deutlich, nebst einer zweifelhaften Spur des vierten, welchen sein Begleiter deutlich erkannte.

Auch leitet man die Entstehung eines dritten Regenbogens von der Zurückstrahlung des Sonnenlichtes von Wolken

*) Sopra il turbine, cha la notte tra gli XI et XII Giugno del 174 daneggio una gran parte di Roma, in Roma 1749. 4.; auch in Hamb. Magaz. B. X. St. 5. S. 229.

ken oder Wasser ab. So sahe **Senguerd** [α]) einen solchen Regenbogen eine Viertelstunde nach Sonnenaufgange, da der Himmel besonders in Osten mit Wolken bedeckt war. Er schloß am Horizonte an den Hauptregenbogen an, stand aber zu oberst von den beyden gewöhnlichen gleich viel ab. Die Farben hatten die nämliche Ordnung, wie beym Hauptregenbogen, nur blässer. **Estienne**, Canonicus zu Chartres [β]), sah am 10. Aug. 1665 einen Bogen, der von einem gebrochenen und kreisförmig gebogenen Streif durchschnitten war, mit der Bemerkung, daß zu dieser Zeit der Fluß Chartres zwischen ihm und dem Bogen etwa 150 Schritte vor ihm gewesen sey. Auf eben diese Art erklären auch **Halley** und **Celsius** die Bogen, von welchen ersterer einen im Jahre 1698 zu Chester, und der andere einen 1743 in Dalekarlien sahe. Diese Bogen durchschnitten die beyden gewöhnlichen Bogen, und waren etwas breiter, als dieselben.

Was die umgekehrten Regenbogen betrifft, dergleichen **Weidler** [γ]) erwähnet, so suchte diese **Cartesius** aus der Zurückwerfung der Sonnenstrahlen von der Fläche des Wassers zu erklären. Allein **Weidler** versucht eine andere Erklärung aus den Sonnenstrahlen, welche in das Auge jenseits des Vereinigungspunktes mit der Axe des Regenbogens fallen. Diese Erklärung nennt aber **Priestley** nicht gehörig durchdacht.

Auch hat man Regenbogen schon nach Untergange der Sonne wahrgenommen; so sahe **Ger. Edwards** [δ]) einen 20 Minuten nach Sonnenuntergange mit den gewöhnlichen aber etwas schwächern Farben. Die Entstehung dieses Regenbogens schreibt er den von der Stadt London aufgestiegenen Dünsten zu. Ein anderer dergleichen ist den 11. Aug. 1701 zu Altorf 16 Minut. nach Sonnenuntergange gesehen worden u. s. f. Die Mittelpunkte solcher Regenbogen müs-

 sen

α) Philosoph. natur. ed. 2da. Lugd. Batav. 1685. p. 291.
β) Histoir. de l'Acad. roy. des scienc. à Paris 1743. p. 54.
γ) Commentat. de parheliis. p. 30.
δ) Philosoph. transact. Vol. I. p. 294.

sen nothwendig über dem Horizonte des Beobachters sich befinden.

Die **Mondregenbogen** entstehen auf eben die Art, wie die gewöhnlichen, durch das Mondenlicht. Dergleichen werden zuerst vom **Aristoteles** angeführet, sagt aber, daß sie nur im Vollmonde entstehen können, weil sonst das Licht des Mondes zu schwach sey. Dieserwegen ereigneten sich auch solche Bogen sehr selten, und er habe überhaupt nur zwey gesehen. Die Farben derselben sind freylich sehr schwach, und oft kann man sie gar nicht unterscheiden. **Dom Ulloa** a) hat am 4. April 1738 drey weiße Mondregenbogen gesehen, deren mittlerer 60° Durchmesser hatte. **Thoresby** b) beschreibt aber einen, welcher sehr lebhafte Farben gehabt haben soll.

Auch bilden die Sonnenstrahlen in den Tropfen des Meereswassers, in welche sich bey sehr stürmischer See die Wellen zertheilen, die umgekehrten **Meerregenbogen**, wovon man oft 20 bis 30 zugleich sieht, die aber gewöhnlich nur zwey Farben, nämlich Gelb gegen die Sonne zu, und bloß Grün auf der andern Seite zeigen.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik, durch **Klügel**. S. 3. 10. 42. 89. 204. 208. 427. *Newtoni* optice, lat. reddi. *Clarke*. Lond 1706. 4. p. 139 sq. **Bergmann** physikalische Beschreibung der Erdkugel durch **Röhl**. Greifsw. 1780. 8. Th. II. S. 52 u. f.

Regenbogenhaut s. Auge.

Regenelektrometer (electrometrum pluuiae electricitatem indicans, hyeto-electrometrum, électromètre pour la pluie) ist ein isolirtes Gefäß mit einem sonst gewöhnlichen Elektrometer verbunden, um die Stärke und Beschaffenheit der Elektricität des Regens, welcher sich in selbigem ansammelt, zu entdecken. Es ist leicht zu begreifen, daß man sich eine Einrichtung dieser Art mit wenigem Nachdenken erfinden könne. So könnte man z. B. ein gewöhnli-

a) Voyage du Perou. Vol. I. p. 368.
b) Philosoph. transact. num. 331.

wöhnliches Regenmaß auf Glasfüße stellen, und an selbiges ein gewöhnliches Korkkugelelektrometer hängen.

Cavallo hat folgendes Werkzeug dieser Art sehr dienlich befunden: fig. 26. abci ist eine starke Glasröhre, ungefähr 2½ Fuß lang, an deren Ende ein zinnerner Trichter de angekittet ist, welcher einen Theil der Röhre vor dem Regen beschützet. Die äußere Oberfläche der Röhre von a bis b ist mit Siegellack überzogen, so wie auch der Theil, von ihr, der von dem Trichter bedeckt wird. fd ist ein Stück Rohr, um welches einige messingene Dräthe in verschiedenen Richtungen geflochten sind, so daß sie leicht etwas Regen auffangen, und doch dem Winde nicht Widerstand thun. Dieses Stück Rohr ist an die Röhre befestiget; auch geht ein dünner Draht durch die Röhre hindurch, und ist mit dem stärkern Draht ag verbunden, der in einem Stücke Kork steckt, welches in das Ende der Röhre a befestiget ist. Das Ende g des andern Drahts ag ist in einen Ring gebogen, an welchen man nach Befinden der Umstände ein mehr oder weniger empfindliches Korkkugelelektrometer hängen kann.

Cavallo befestigte dieses Instrument an die Seite des Fensterrahmens, wo es von starken messingenen Haken getragen wird. In dieser Absicht umwindet er die Röhre bey cb mit einer seidenen Schnur, damit die Haken sie besser fassen können. Der Theil fc ragt zum Fenster hinaus, und das Ende f ist ein wenig über die Horizontallinie erhöhet. Der übrige Theil des Instrumentes geht durch ein Loch in dem Fensterrahmen in das Zimmer hinein, und innerhalb des Rahmens selbst befindet sich bloß der Theil cb.

Wenn es regnet, und vorzüglich bey vorübergehenden Platzregen wird dieses Instrument in der beschriebenen Stellung öfters elektrisiret, und man kann durch das Auseinandergehen der Kügelchen des Elektrometers die Stärke und Beschaffenheit der Elektricität des Regens beobachten, ohne dabey einem Irrthum ausgesetzet zu seyn. Durch dieses Instrument hat Cavallo wahrgenommen, daß der Regen

 mehren=

mehrentheils, obgleich nicht alle Mahl negativ elektrisiret sey, und zwar zuweilen so stark, daß er eine belegte Flasche an dem Drahte ag laden konnte.

M. s. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, a. d. Engl. Leipz. 1797. 8. S. 345.

Regengalle s. Regenbogen.

Regenmaß, Hyetometer, Ombrometer (hyetometrum, hyetoscopium, ombrometrum, hyetomètre, ombromètre) ist ein Werkzeug, die Menge des herabgefallenen Regens dadurch zu messen. Diese Menge Regenwassers wird durch die Höhe bestimmt, welche es erhalten würde, wenn es die Oberfläche, worauf es gefallen ist, gleichförmig bedecken würde, und nichts weder durch Ausdunstung noch durch Einsaugung in den Boden verloren gegangen wäre.

Weil das Wasser bey gleichförmiger Verbreitung über einer Fläche allenthalben gleich hoch steht, so hat man nur nöthig zu bestimmen, wie hoch sich das Wasser über einer kleinen Fläche ansammelt, in welche nichts eindringet, und auf welcher nichts verdunstet. Daher sind alle Regenmaße aus metallenen, gläsernen oder irdenen Gefäßen verfertiget, welche man dem Regen frey aussetzet. Um aber die Ausdunstung zu verhüten, gibt man den Grundflächen dieser Gefäße eine trichterförmige Gestalt, aus welchen das angesammelte Wasser in eine unten verschlossene Röhre gebracht werden kann, worin es bleibt, und durch seine Höhe oder durch sein Gewicht die Menge des herabgefallenen Regens angibt. Es muß nämlich durch Rechnung oder durch Versuche bestimmt werden, wie groß die Höhe der Wassermenge, welche über der Grundfläche des Gefäßes eine Linie hoch stehen würde, in der Röhre ist, oder wie viel sie wiegt. Alsdann läßt sich durch eine an der Röhre angebrachte Skale oder durch Abwägen und Berechnen die Höhe des herabgefallenen Regens in Linien erfahren.

Mariotte a) war der erste, welcher durch das Volumen des aufgesammelten Regenwassers die Menge des herabgefal-

a) Traité du mouvem. des eaux. P. I. p. 30.

gefallenen Regens bestimmte. Seine Absicht hierbey war vorzüglich zu erfahren, ob das Regenwasser hinreichend sey, den Quellen Nahrung zu geben. M. s. **Quellen**. Hingegen hat **Townley** [α]) die Methode, die Menge des herabgefallenen Regens durchs Gewicht zu bestimmen, gebrauchet.

Leutmanns [β]) Regenmaß besteht in einem zinnernen viereckigten Trichter von 1 Quadratfuß Oberfläche, welcher sich unten in einen kegelförmigen Canal endiget, dessen Oeffnung von der Größe einer Erbse ist. Hieran wird eine Glasröhre von 2 bis 3 Zoll Durchmesser angebracht, welche den kegelförmigen Canal ganz in sich fasset, unten wieder trichterförmig ausläuft, und mit einer zweyten Glasröhre von 3 bis 4 Linien Durchmesser durch einen Hahn verbunden ist. Eine jede dieser Glasröhren ist 2 bis 3 Fuß hoch, und die untere ist am Ende auch mit einem Hahne verschlossen. **Leutmann** wiegt ein Loth Wasser ab, und beobachtet die Höhe desselben in der untersten Glasröhre. Diese Höhe theilet er in 4 gleiche Theile ab, und trägt sie auf einen Maßstab, welcher sich längs der ganzen untern Glasröhre hin erstreckt. Auf eben diese Art theilet er die obere weitere Glasröhre nach Pfunden ab. Fängt nun dieses Instrument das Regenwasser auf, so läuft es in die obere Glasröhre, und gibt durch seine Höhe die Anzahl der Pfunde an. Dasjenige Wasser aber, welches in dieser Röhre über Pfunde geht, kann alsdann durch den Hahn in die untere Röhre gelassen werden, um darin auch die Lothe und Quentchen desselben zu bestimmen. Auf diese Art erfähret man das Gewicht des Wassers, welches sich über ein Quadratfuß Fläche ergossen hat. Um aber auch mit diesem Instrumente Beobachtungen im Winter anstellen zu können, bringt **Leutmann** noch eine Art von Ofen an, welcher das Zufrieren der Oeffnungen verhütet.

Ein anderes Regenmaß wird unter andern meteorologischen Werkzeugen von **Roger Pickering** [γ]) beschrieben;

α) Philosoph. transact. Nr. 208. p. 51.
β) Instrumenta meteorognosiae inserulentia. Witeb. 1725. 8. cap. 6.
γ) Philosoph. transact. 1744. nr. 473.

es besteht dieses aus einem zinnernen Trichter von 1 Quadratzoll Oberfläche mit einer Glasröhre von ½ Zoll Durchmesser. Die Länge dieser Glasröhre, welche in ein Bret mit einer Skale eingeleget ist, beträgt gegen drey Fuß. Durch die Skale wird die Höhe angezeigt, welche ein Cubikzoll Wassers in der Röhre einnimmt, und welche überdem noch in eine Anzahl gleicher Theile getheilet werden kann, z. B. in 100 Theile, wenn man die Beobachtungen in Hunderttheilen eines Zolles anstellen will.

Das in Frankreich gewöhnliche Regenmaß wird von **de la Fond** auf folgende Art beschrieben: Es wird ein zinnernes Gefäß von 4 Quadratfuß Oberfläche, welches ringsum 6 Zoll hohe Ränder hat, an einem freyen abgelegenen und doch vor dem Winde beschützten Ort so gestellet, daß es etwas schräg gegen den einen Rand zu stehet, wo es eine Oeffnung mit einer Röhre hat, durch welche alles ins Gefäß herabgefallene Wasser in einen darunter gestellten und wohl bedeckten Krug geleitet wird. Nach geendigtem Regen wird das Wasser im Kruge mit einem hohlen gläsernen Würfel, dessen Seitenlinie 3 Zoll beträgt, gemessen. In diesen Würfel muß so viel Wasser, als sich über 4 Quadratfuß Fläche ½ Linie hoch verbreitet, 32 Linien Höhe einnehmen. Zu dem Ende zieht man rings um den gläsernen Würfel 4 Linien unter dem obern Rande einen Strich, füllt beym Ausmessen den Würfel alle Mahl bis an denselben, und rechnet jedes solches Maß für ½ Linie Regenmenge.

Wolf billiget die Methode, die Menge des Regenwassers vermittelst des Gewichtes zu bestimmen, nicht. Er glaubet zwar, daß das Gewicht genauer, als das Volumen gefunden werden könne; allein er bemerket doch ganz richtig daß das Regenwasser nicht jederzeit einerley eigenthümliches Gewicht besitze, und daß schon die Abwechselung der Kälte und Wärme hierin einen beträchtlichen Unterschied verursachen könne. In dieser Absicht verbindet **Leutmann** mit seinem Ombrometer ein gewöhnliches Aräometer, welches

das

das specifische Gewicht des Regenwassers angibt, unter dem Nahmen eines **hyetostathmischen Instrumentes.**

Mittelst des Gewichtes beobachtete **Townley** die Menge des herabgefallenen Regens in Lancastershire vom Jahre 1677 an bis 1693, und **Derham** α) zu Upminster in Essex von 1697 an. Im Jahre 1699 fing **de la Hire** Beobachtungen nach der Wasserhöhe an, welche seit 1699 ununterbrochen sind fortgesetzet worden. Auszüge aus den darüber gehaltenen Verzeichnissen, so wie auch über **Algöwers** β) zu Ulm findet man beym **Wolf** angezeiget. Jetzt hat man die Methode, die Regenmenge nach der Wasserhöhe zu bestimmen, fast allgemein eingeführet.

Das Regenmaß, welches von der Mannheimer meteorologischen Societät an ihre Beobachter mit übersendet wird (m. s. **Meteorologie**), ist ein oben offener Kasten, in welchem sich das Regenwasser ansammelt. Aus diesem wird es durch eine Röhre in ein besonderes Behältniß, und aus diesem nach Gefallen in das eigentliche Maß, welches im Cabinet stehet, geleitet. Auch ist dabey eine Einrichtung zu Aufschauung und Abmessung des Schnees und Hagels angebracht.

Herr **Senff** γ) in Dürrenberg wundert sich, daß bey so vielen Beobachtungen über den jährlich herabfallenden Regen noch keiner darauf verfallen sey, über die wieder erfolgte Ausdünstung durch Sonne und Luft Beobachtungen anzustellen, und sie zugleich mit in Rechnung zu bringen. Er gab sich daher selbst Mühe, hierüber Beobachtungen anzustellen. Zu diesem Ende ließ er sich ein Gefäß von englischem Zinn, welches im Lichten genau einen pariser Quadratfuß und 6 Zoll in der Tiefe hielt, verfertigen, und in die Seitenwände den pariser Maßstab stecken, und jeden Zoll in 12 Linien abtheilen. Dieses Gefäß stellte er am 1ten May 1776 an einem freyen, jeder Witterung ausgesetztem Orte auf,

α) Philosoph. transact. Nr. 237. p. 47.

β) Specimen hyetometriae curiosae ab anno 1715 ad 1721.

γ) Beobachtungen und Versuche über verschiedene Ausdünstungsarten der Salzsolen, in Grens Journal der Physik. B. VIII. S. 89.

auf, und füllte es 4 Zoll hoch mit süßem Wasser an. An jedem Tage früh und Abends und beym Ausgange und Ende jedes Regens bemerkte er nun den Stand des Wassers, und brachte denselben in eine Tabelle. Nach einem verflossenen Monathe verband er alle Bemerkungspunkte mit kurzen Linien, trug alle Erniedrigungen des Wasserstandes zusammen auf eine gerade Linie, alle Erhöhungen aber auf eine zweyte und bekam dadurch die Summe der den ganzen Monath hindurch erfolgten Vertrocknung zugleich mit der des herabgefallenen Regens. Seine Resultate waren folgende:

1776	Vertrocknung				Regen			
May	3	Zoll	7	Linien	—	Zoll	$19\frac{1}{4}$	Linien
Juni	5	—	$6\frac{7}{8}$	—	1	—	$8\frac{1}{2}$	—
Jul.	4	—	11	—	3	—	$8\frac{3}{4}$	—
Aug.	4	—	5	—	1	—	$8\frac{1}{3}$	—
Sept.	4	—	— $\frac{2}{3}$	—	—	—	$2\frac{2}{3}$	—
Octob.	1	—	6	—	1	—	—	—
Summe	24	Zoll	— $\frac{13}{24}$	Linien =	9	Zoll	$2\frac{1}{2}$	Linien

Herr **Herrmann** *), Pastor in Cämmerswalde im sächsischen Erzgebirge, hat eine eigene Vorrichtung angegeben um die Menge des herabgefallenen Regenwassers Stundenweis zu erfahren. Es sind nämlich 12 gewöhnliche Hyetometer, oder Flaschen mit aufgesetzten Trichtern, von gleicher Oberfläche, auf einer Scheibe in einen Kreis gestellt. Diese Scheibe ist um ihren Mittelpunkt beweglich, und ist mit einer Schlaguhr in einer solchen Verbindung, daß sie alle Stunde um $\frac{1}{12}$ des ganzen Umkreises fortgedreht wird. Diese ganze Einrichtung wird von einem unbeweglichen Dache bedeckt, das nur an einer Stelle so weit ausgeschnitten ist, daß gleich darunter nur ein Trichter unbedeckt bleibt, die übrigen eilf aber vom Dache völlig bedeckt sind. Es bringt daher die Uhr alle Stunde einen andern Trichter unter die Oeffnung, und es sammelt sich auf diese Art in jeder Flasche nu

*) Mechanischer verbesserter Wind-, Regen- und Trockenheitsbeobachter. Freyberg und Annaberg 1789. 8.

nur so viel Wasser an, als in der Stunde, da sie frey stand, auf den Trichter gefallen ist. Die Flaschen sind mit den Zahlen der Stunden bezeichnet. Früh läßt es sich also beobachten, wie viel es in jeder Stunde des Nachts geregnet hat.

M. s. *Leutmann* instrumenta meteorologiae inservientia. Witeb. 1725. 8. **Wolf** nützliche Versuche rc. Halle, 1722. 8. Th. II. Cap. 6. §. 87 f. *Sigaud de la Fond* diction. de physique, art. *Ombromètre*.

Reiben, Reibung, Friktion (frictio, affrictus, attritus, frottement). Unter diesem Ausdrucke versteht man den Widerstand, welcher sich der Bewegung eines Körpers entgegensetzet, wenn er an der Fläche eines andern Körpers fortgeschoben, und gegen dieselbe gedruckt wird. Wenn nämlich ein fester Körper auf der horizontalen Ebene eines andern festen Körpers fortgeschoben werden soll, so lehret die Erfahrung, daß desto mehr Kraft erfordert wird, den Körper fortzubringen, je rauher die Fläche desselben ist, womit er an die Ebene des andern Körpers anschließt. Es greifen nämlich hierbey die Erhabenheiten des einen Körpers in die Vertiefungen des andern, wenn ein Körper an der Oberfläche des andern fortgetrieben, und gegen dieselbe gedruckt wird. Es kann sich also der eine Körper auf dem andern nicht fortbewegen, wofern nicht die Erhöhungen des einen von dem andern niedergedruckt oder wohl gar abgerissen werden. Es folget also hieraus ganz natürlich, daß die Friktion desto größer seyn müsse, je rauher die Flächen sind, die an einander angedruckt werden, desto geringer hingegen, je glätter sie sind. Aus diesem Grunde läßt sich durchs Glätten und Poliren die Friktion bey härtern Körpern mehr, als bey weichern, vermindern.

Um die Größe der Friktion zu bestimmen, stellt man sich gemeiniglich die Sache so vor: der feste Körper, welcher auf einer wagrechten Ebene liegt, wird von selbiger getragen, und es ist alsdann eben so viel, als ob der Körper gar nicht schwer mehr wäre. Es müßte daher eine jede noch so geringe Kraft an dem Körper angebracht in der wagrechten

ten Richtung denselben auf der Ebene fortschieben können; da aber die Erfahrung lehret, daß zur Fortbewegung eines solchen Körpers auf einer wagrechten Ebene eine beträchtliche Kraft erfordert wird, so ist die gemeine Meinung, daß eben diese Kraft, den Körper auf der wagrechten Ebene fortzuschieben, die Größe der Friktion ausdrucke. Diese könnte man also so bestimmen: man befestige an den Körper eine Schnur, führe sie über eine Rolle, damit sie mit der Ebene parallel gehe, und hänge an das Ende derselben eine Wagschale, in welcher nach und nach so viele Gewichte geleget werden müssen, bis der Körper sich fortzubewegen anfängt. Ehe nun diese Bewegung erfolgte, müßten diese Gewichte weniger, und da sie geschieht, mehr als die Friktion betragen. Hierdurch würde man also nur die Grenzen durch Nachlegen und Wegnehmen kleiner Gewichte so nahe zusammenbringen, daß man eine von ihnen ohne merklichen Fehler für die Friktion annehmen könne.

So gemein auch die Vorstellung ist, die Größe der Friktion auf diese Art zu bestimmen, so scheint sie doch nicht richtig zu seyn. Denn hiernach müßte sich bey sonst gleichen Umständen die Größe der Friktion nach der Größe der Flächen richten, wie man auch vormahls der Meinung war. Meiner Meinung nach liegt das Irrige bloß darin, daß man glaubt, der Körper, der auf der wagrechten Ebene liegt, sey nun nicht mehr als schwerer Körper zu betrachten. Vielmehr behaupte ich, es müsse der Körper immer noch als schwerer Körper behandelt werden, und die Kraft, welche zum Fortschieben desselben zu verwenden ist, sey nicht allein Ausdruck der Größe der Friktion, sondern auch Anwendung einer Kraft, um das Gewicht des Körpers von seiner ursprünglichen Richtung abzulenken. Bey der Größe der Friktion kömmt es sowohl auf die Rauhigkeit der Körper als auch auf ihr Gewicht an. Ja es kann die Friktion größer als das ganze Gewicht des Körpers, aber auch viel kleiner seyn. Um also der eigentlichen Sache näher zu kommen, scheinen nothwendig neuere Versuche nöthig zu seyn.

Man

Man sieht aber wohl, daß Untersuchungen darüber mit vielen Schwierigkeiten verbunden sind. Ich muß mich daher begnügen, nur das gewöhnliche deutlich und kurz vorzutragen.

Amontons α) war der erste, welcher über die Friktion Versuche anstellte. Er fand auf diese Art, wie oben ist angeführet worden, daß die Friktion gerade ein Drittheil von dem ganzen Gewichte des Körpers betrage, welcher auf einem wagrechten Boden fortgeschoben wird. Setzt man also die Friktion $= f$, und das Gewicht des Körpers $= q$, so wäre hiernach $f = \frac{1}{3}q$: ist z. B. $q = 9$ Pfund, so wäre $f = \frac{1}{3} \cdot 9 = 3$ Pfund. **Leupold** β) hat **Amontons** Versuche mit hölzernen Brettern nachgemacht, und eben dieß Resultat gefunden: auch **Belidor** γ) versichert, daß er eben dasselbe der Erfahrung gemäß befunden habe.

Amontons fand bey seinen Versuchen dieß besondere noch, daß sich die Friktion nicht nach der Größe der Fläche, sondern vielmehr nach dem Drucke richte. Denn es war die Friktion noch eben so groß, wenn er sein Parallelepipedum auf die schmälere Seitenfläche setzte, oder wenn er es zerschnitt, und beyde Hälften über einander legte, obgleich im letztern Falle die berührende Fläche nur halb so groß war, als wenn der Körper ganz blieb, und beyde Hälften neben einander lagen. Auch dieß schloß **Leupold** aus seinen mit den hölzernen Brettern angestellten Versuchen. Dieß sonderbar scheinende sucht man gewöhnlich dadurch begreiflich zu machen, daß zwar im letzten Falle nur halb so viele eingreifende Berührungsstellen sind, aber auch jede doppelt so stark als vorher in die Vertiefung der andern Fläche eingedruckt wird.

Setzt man also das Gewicht eines Wagebalkens nebst dem der Schalen und Ketten oder Schnüre $= s$, und das Gewicht p in der einen Schale = dem Gewichte in der andern

α) Histoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1699. p. 104.
β) Theat. machinar. general. cap. XVI. §. 217.
γ) Architect. hydraul. Liv. I. chap. 2. §. 222.

dern Schale, so druckt der Zapfen mit der Last $2p + f$ gegen die Zapfenlager, und aus diesem Drucke entsteht eine Friktion, welche nach **Amontons** $\frac{1}{3}(2p + f)$ wäre. Würde also in die eine Schale etwas mehr zugeleget, so müßte die Friktion dadurch überwunden werden, wenn die Wage daselbst einen Ausschlag geben sollte. Dieses zugelegte Gewicht sey $= y$, so muß auch dieses den Druck gegen die Zapfenlager vermehren, welcher also nun $2p + f + y$ ist, und wovon für die Friktion $\frac{1}{3}(2p + f + y)$ zu nehmen. Ist der Zapfen selbst ein Cylinder, dessen Halbmesser $= \varrho$, und die Entfernung des Mittelpunktes von diesem Cylinder bis an den Punkt, von welchem die Schale herabhängt, in welchen das Gewicht y zugeleget worden, in einem Querschnitte $= \alpha$, so muß sich der Zapfen um seine Achse drehen, und folglich die Friktion an der Fläche der Zapfenlager überwunden werden, wenn die Wage, wo das Gewicht zugeleget worden, einen Ausschlag geben soll. Man kann also die Friktion als eine Last betrachten, welche in der Entfernung $= \varrho$, die Kraft $= y$ aber in der Entfernung $= \alpha$ angebracht worden. Demnach muß

$$\frac{1}{3}(2p + f + y) \cdot \varrho = \alpha \cdot y \text{ seyn,}$$

und hieraus ergibt sich

$$(2p + f + y) \cdot \varrho = 3\alpha \cdot y, \text{ oder}$$
$$(2p + f)\,\varrho + \varrho \cdot y = 3\alpha \cdot y, \text{ oder}$$
$$(2p + f)\,\varrho = (3\alpha - \varrho)\,y, \text{ folglich}$$
$$y = \frac{(2p + f)\,\varrho}{3\alpha - \varrho}.$$

Es sey z. B. $f = 4$ Pfund, $p = 60$ Pfund, $\varrho = 1$ und $\alpha = 50$, so findet man $y = 26\frac{94}{149}$ Loth.

Bey dieser Berechnung hat **Belidor** [a]) ein irriges Verfahren gebraucht. Zuerst sucht er durch Summirung einer unendlichen Reihe das Gewicht, welches man am Zapfen selbst anbringen müßte, um der Friktion, welche die Wage und die beyden Gewichte schon machen, und welche es selbst hinzufügt, das Gleichgewicht zu halten. Statt dieses Gewichtes

a) Architect. hydraul. Tom. I. L. II. chap. 2. art. 242. 249.

wichtes setzet er nun ein anderes von gleichem Momente, welches am Ende des Wagebalkens angebracht, also im Verhältnisse $\alpha : \varrho$ vermindert ist. Er denkt aber nicht darauf, daß durch eine solche Substitution der Druck selbst, mithin auch die Friktion vermindert und daher geringer wird, als er sie bey seiner Rechnung angenommen hatte. Daher findet er für das Gewicht y weit mehr, als nöthig ist, nämlich $y = \frac{(2p + f)\varrho}{(3-1)\alpha}$, oder im vorigen Beyspiele $= \frac{124}{100}$ $= 1,24$ Pfund.

Wenn ϱ kleiner wird, α aber ungeändert bleibt, so wird der Bruch $\frac{\varrho}{3\alpha - \varrho}$ auch kleiner. Folglich muß y in Vergleichung mit $2p + f$ abnehmen, wenn ϱ in Vergleichung mit α abnimmt. Die Wage wird also desto schneller seyn, je dünner der Zapfen ist. Hierauf beruhet aber auch der Grund, warum man dem Zapfen eine herzförmige Gestalt gibt; nicht etwa, daß dadurch die Friktion, sondern ihr Moment vermindert wird.

Parent a) bemühet sich, die Größe der Friktion aus theoretischen Gründen zu bestimmen. Er betrachtet die Erhabenheiten und Vertiefungen der Flächen als Halbkugeln von gleicher Größe, von welchen jede obere drey untere so berührt, daß alle viere mit ihren Mittelpunkten in den vier Spitzen eines Tetraëders liegen. Ferner nimmt er an, es ziehe eine Kraft die obere Kugel mit der auf ihr ruhenden Last nach einer wagrechten Richtung fort, und bestimmt durch eine Berechnung nach den Gesetzen der schiefen Ebene, wie sich die Kraft gegen die ganze Last der obern Halbkugel verhalten müsse, um sie im Gleichgewichte zu erhalten, wenn eine oder zwey von den untern Kugeln weggenommen würden. Er bestimmt diese Kraft gegen die Last im Verhältnisse der Linie, welche aus dem Schwerpunkte der Grund-

a) Histoir. de l'Academ. roy. des scienc. 1700. p. 147. mémoir. de Paris 1704. p. 137. 206.

fläche des Tetráders senkrecht auf die eine Seite dieser Grundfläche gezogen werden kann, zur Achse oder Höhe des Tetráders. Vermöge der Theorie der regulären Körper ist dieses Verhältniß $= \ : \sqrt{8}$. Daraus schließt er, daß auch die Friktion zum Drucke an jeder Stelle im Verhältnisse $1 : \sqrt{8}$ seyn werde. Dabey wird durch die veränderte Größe der Fläche nichts geändert; zwar besitzen größere Flächen mehrere Stellen; allein der gleiche Druck wird auch an mehreren Stellen vertheilet, und für jede Stelle desto geringer, je mehrere Stellen es sind. In diesem Verhältnisse wird nun auch die Friktion an jeder Stelle kleiner, daß also die Summe der ganzen Friktion eben dieselbe bleibt, wenn gleich die reibende Fläche vergrößert wird. Da nun das Verhältniß $1 : \sqrt{8}$ dem Verhältnisse $7 : 20$ sehr nahe kömmt, so nimmt **Parent** die Größe der Friktion $= \frac{7}{20}$ des Drucks an.

Nach **de la Hire** lassen sich bey Betrachtung der Friktion folgende drey Fälle gedenken: die Theile an den Oberflächen der Körper sind entweder elastisch und biegen sich, oder sie sind vollkommen hart, so daß der fortbewegende Körper auf solche Art gehoben werden muß, oder die rauhen Spitzen und Haken werden, indem der eine Körper auf den andern fortgehet, losgerissen. In den beyden erstern Fällen richtet sich seiner Meinung nach die Friktion nicht nach der Größe der Fläche, sondern bloß nach dem Drucke; im dritten Falle hingegen nehme die Stärke der Friktion offenbar nach dem Verhältnisse der Fläche zu. Nach **Leupolds** Versicherung bleibt die Friktion wirklich einerley, wenn zwey hölzerne Wellen von gleichem Gewichte, aber von verschiedener Dicke wären, womit auch **Leibnitz** α) einig ist. **Leonh. Christ. Sturm** β) macht zwar dagegen den Einwurf, daß ein und die nämliche Mühlwelle auf dünnern Zapfen leichter laufe als auf stärkern; **Leupold** macht aber dagegen die Einwendung, daß bey der dickern Welle die reibende Fläche von

α) Miscellan. Berolinens. Tom. I. p. 307 sqq.

β) Obs. circa frictionem machinarum, in miscellan. Berolin. Tom. p. 294 sqq.

von der eigentlichen Bewegungsachse weiter entfernet sey, als bey der dünnern Welle, und in so fern müsse auch das Moment der Friktion bey der dickern Welle größer als bey der dünnern seyn; allein es sey hier die Rede von der absoluten Größe der Friktion, ohne daß ihr etwaniges Moment in Betrachtung komme.

Wenn ein Körper vom Gewichte p eine ebene Grundfläche hat, mit welcher er gegen eine schief liegende Ebene gedruckt wird, so würde der Körper herabgleiten müssen, wenn nicht die Friktion es hinderte, wie klein auch der Erhöhungswinkel angenommen wäre. Allein die Erfahrung lehret, daß der Winkel schon zu einer merklichen Größe angewachsen seyn muß, ehe der Körper herabsinket. Gesetzt die Größe des Winkels sey $= \alpha$, da der Körper noch ruhete, aber $= \alpha + \beta$, wenn er zu sinken anfängt, so muß die Friktion mit einer Kraft, welche zwischen den Grenzen $p . \sin. \alpha$ und $p . \sin. (\alpha + \beta)$ fällt, im Gleichgewicht seyn. Ist also γ ein Winkel, der zwischen α und $(\alpha + \beta)$ fällt, und gerade so groß ist, daß die Friktion mit der Kraft das Gleichgewicht hält, so muß die Friktion $= p . \sin. \gamma$, und der Druck des Körpers gegen die schiefe Ebene $= p . \cos. \gamma$. seyn. Die Friktion auf der schiefen Ebene entsteht aber aus dem Drucke des Körpers gegen diese Ebene. Setzt man also die Friktion $= \frac{1}{n}$ des Drucks, so muß $\frac{1}{n} p . \cos. \gamma = p . \sin. \gamma$, folglich $\cos. \gamma = n . \sin. \gamma$, und $n = \frac{\cos. \gamma}{\sin. \gamma} = \text{cotang.} \gamma$ seyn. Nimmt man mit **Amontons** $n = 3$, so findet man ungefähr $\gamma = 18° 26'$. **Bilfinger** a) aber fand durch Versuche den Winkel γ alle Mahl zwischen 12 und 15 Grad. Wenn man hiervon das Mittel nimmt, und folglich $\gamma = 13° 30'$ setzt, so wird $n = \frac{10000000}{2400788} = \frac{1}{0,2400788}$ und die Friktion $= 0,2400788\, p$ seyn; demnach

 wäre

a) Commentar. Petropol. Tom. II. p. 403 sqq.

wäre die Friktion ungefähr ¼ des Drucks. **Belidor** [α]) hat bey seinen Versuchen den Winkel $\gamma = 18^\circ\ 20'$ groß befunden, welches **Amontons** Bestimmung von 1 : 3 sehr nahe kömmt. Die Friktion auf der schiefen Ebene genauer aus dem Raume, den er in einer bestimmten Zeit durchs Herabgleiten zurücklegt, zu bestimmen, geben **Euler** [β]) und **Kästner** [γ]) Vorschriften. Weil es aber überhaupt hier viel Schwierigkeit hat, den Winkel γ genau zu finden, so kann man sich von diesem Verfahren, die Größe der Friktion zu bestimmen, nicht viel zuverlässiges versprechen.

Camus [δ]) und **Desaguliers** [ε]) haben durch mancherley Versuche **Amontons** Satz zu bestätigen gesucht. Letzterer gibt unter dem Nahmen einer **Friktionsmaschine** zu dergleichen Versuchen ein eigenes Werkzeug an, woran eine mit Gewichten beschwerte Welle durch Schwingungen gespannter Uhrfedern, welche man losläßt, schnell hin und her gedrehet wird. Durch die Friktion der Welle in den Lagern wird verursachet, daß die Schwingungen der Federn immer schwächer werden, und zuletzt gar aufhören. Die Anzahl der Schwingungen kann also als ein Maß für die Größe der Friktion angesehen werden; die Anzahl der Schwingungen wird übrigens immer kleiner, je mehr Gewichte man an die Welle bringt. So schnell man aber auch mit dieser Maschine operiren kann, so gibt sie doch keine zuverlässigen Resultate.

Unter allen hat sich **Musschenbroek** [ζ]) die meiste Mühe gegeben, genaue Versuche über die Friktion anzustellen, woraus zugleich erhellet, daß sich schwerlich allgemeine Gesetze für die Friktion werden bestimmen lassen. Beym Tannenholz

α) Architect. hydraul. Liv. I. chap. 2. §. 224.
β) Sur le frottement; in den memoir. de Prusse 1748. p. 130.
γ) Theorie der schiefen Ebene mit Betrachtung der Friktion, im Leipz. Magazin zur Naturkunde, Mathemat. und Oekonomie 1782. St. 1.
δ) Traité des forces mouvantes. Paris 1722. propos. 22.
ε) Course of experimental philosoph. Vol. I. Lond. 1734. lect. 4. propos. 24.
ζ) Introduct. ad philosoph. natur. Tom. I. cap. 9.

nenholz auf Tannenholz nach der Länge der Fibern war anfänglich die Friktion $\frac{1}{4}$ des Gewichtes; nahm aber der Druck zu, so war die Friktion nur $\frac{1}{5}$, und endlich $\frac{1}{8}$ des Gewichtes. Beym Tannenholz auf Buchsbaumholz war anfänglich die Friktion $\frac{1}{5}$, bey zunehmendem Druck aber betrug sie den sechsten, ja siebenten und endlich nur den achten Theil desselben. Beym Eichenholz auf Eichenholz war anfänglich die Friktion nicht so stark, als bey Tannen- auf Tannenholz. Die Friktion des Eichenholzes auf Buchsbaum war anfänglich eben so stark, bald aber noch kleiner, als des Tannenholzes auf Buchsbaum. Wenn die Fibern beyder Hölzer, die auf einander beweget wurden, nicht unter einander parallel waren, sondern das eine nach der Länge seiner Fibern quer über dem andern so fortgezogen ward, daß die Fibern des zweyten Brettes auf die Fibern des andern senkrecht standen, so war die Friktion viel stärker, vorzüglich beym Tannen- auf Tannenholz. Bey vermehrter Fläche ward zwar das Reiben stärker, aber gar nicht im Verhältnisse der Fläche selbst.

Das Reiben der Metalle hat **Musschenbroek** vermittelst einer dazu besonders eingerichteten Maschine untersuchet, die er das **Tribometer** nennt. Das vornehmste Stück derselben war eine hölzerne Welle (fig. 27.) a b 4 Zoll dick. Durch ihre Mitte ging eine Achse von gehärtetem Stahl, so daß auf beyden Seiten der Welle zwey Zapfen hervorragten. Der vorderste Theil d d dieser Zapfen war $\frac{1}{4}$ Zoll, der hintere c c $\frac{1}{2}$ Zoll dick, und dieß deßwegen, damit die Versuche sowohl mit den dickern als auch mit den dünnern Zapfen angestellt werden konnten. Die ganze Welle mit ihrer Achse wog zusammen 3 Pfund. Das Ganze konnte man auf ein dazu gehörig eingerichtetes Lager bringen, wobey die Zapfen in Lagern von verschiedenen Materien, z. B. Stahl, Kupfer, Zinn, Guajacholz u. s. f., eingelegt werden konnten, welche aber alle, so wie die Zapfen selbst, sehr wohl poliret waren. Um die Welle selbst war ein Seil geschlagen, woran an beyden Enden ein Paar gleiche Gewichte p und q hingen, um

de Druck gegen die Zapfenlager nach Gefallen zu vergrößern. Auf der einen Seite hing an einer feinen Schnur eine Wagschale r, um darein die Gewichte zu legen, welche die Welle drehen sollten. Da beym Gebrauch der dünnen Zapfen d d die Welle 16 Mahl dicker als die Zapfen war, mithin r auch 16 Mahl mehr Moment erhielt, als das Reiben am Umfange bey d: so verhielt sich die Friktion zum Druck wie 16 r : p + q + 3 Pfund.

Exemp. Liefen stählerne Zapfen auf Guajacholz, und es hing auf beyden Seiten der Welle 1 Pfund Gewicht, so mußte zur Bewegung r = 12 Drachmen seyn. Mithin war 16 r = 192 Drachmen, p + q + 3 Pfund = 5 Pfund = 640 Drachmen, also war das Reiben zum Druck = 192 : 640, oder wie 3 : 10. Waren hingegen die Zapfen eingeölt, so gebrauchte man in r nur 10 Drachmen, mithin war 16 r = 160 Drachmen, und das Reiben zum Druck wie 160 : 640 = 1 : 4.

Aus diesen Versuchen ergibt sich folgendes: beym Stahl ist die Friktion am geringsten auf Messing, sie ist größer auf Bley, ferner nach der Ordnung auf rothem Kupfer, Guajacholz, Stahl und Zinn. Beym Stahl auf Guajacholz ist die Friktion nicht sehr stark, wenn gleich kein Oel dazwischen gebracht wird. Die Friktion wächst nicht genau in dem Verhältnisse des Drucks, und jede Art der Körper hat ihre besondern Gesetze der Friktion, welche bloß dieser Art eigen sind, und sich nicht allgemein machen lassen. Wenn die Zapfen eingeölt sind, so ist die Friktion beym Stahl auf Messing etwa nur $\frac{1}{7}$ des Drucks, beym Stahl auf Stahl, Zinn und Guajacholz $\frac{1}{4}$ des Drucks und auf rothem Kupfer etwa $\frac{1}{5}$ desselben. Gemeiniglich ist die Friktion solcher Körper, welche von einerley Art sind, am stärksten. Dieß rührt nach der gemeinen Meinung vermuthlich daher, weil die Struktur und Länge der Theile gegen einander bey zwey Körpern von einerley Art in dem einen so wie in dem andern ist; daher können die Erhöhungen des einen desto tiefer in die Vertiefungen des andern eindringen, da in

Gegen

Gegentheil bey Körpern von verschiedener Art die Struktur verschieden ist, und daher Vertiefungen und Erhöhungen nicht so regelmäßig einander treffen.

Herr Hube *) unterscheidet eine doppelte Art der Friktion. Die **von der ersten Art** nennt er diejenige, welche bloß die Bewegung hindert und schwächt, die ein Körper anders woher erhält. Oft aber bringt die Friktion in runden Körpern eine drehende Bewegung hervor, welche ohne sie gar nicht Statt finden würde, und diese Friktion nennt er die **von der zweyten Art**. So dreht sich eine auf der horizontalen Fläche fortgeschobene Kugel immer rückwärts, indem sie vorwärts fortgehet, bloß weil sie sich auf der Fläche reibt. Ihre fortgehende Bewegung wird durch diese Reibung ebenfalls geschwächt, aber viel weniger, als sie geschwächt werden würde, wenn die Reibung keine Drehung hervorbrachte. Denn überhaupt ist die Reibung der zweyten Art unter gleichen Umständen viel geringer, als die Reibung der ersten Art, und zwar um desto mehr, je beweglicher der Körper, welcher sich drehet, nach allen Seiten ist. Unter allen runden Körpern, die einer solchen Drehung fähig sind, ist unstreitig die Kugel nach allen Seiten hin am beweglichsten. Sie leidet also auch unter gleichen Umständen die kleinste Reibung, und verliert weniger durch sie von ihrer fortgehenden Bewegung, als Walzen oder Scheiben und Räder. Dieß ist der Grund, warum man unter ungeheueren Massen, welche fortgezogen werden sollen, metallene Kugeln legt, weil dadurch die Reibung so viel als möglich vermindert wird. Kleinere Lasten aber schiebt man gewöhnlich auf untergelegte Walzen fort, weil sie bequemer als Kugeln sind.

Wie sehr der Widerstand vermindert wird, wenn man die Reibung der ersten Art in eine der zweyten Art verwandelt, zeigen selbst unsere gewöhnlichen Fuhrwerke auf eine sehr einleuchtende Art. Sie sind mit Rädern versehen, welche

*) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. III. Leipz. 1794. 8. 40ster Brief S. 322 u. f.

welche sich wegen ihrer Reibung auf der Erde drehen, folglich an ihrem Umfange eine Reibung der zweyten Art leiden, anstatt daß die ganze Reibung eines Schlittens oder einer Schleife von der ersten Art ist. Ungeachtet nun die Räder sich wirklich noch an ihren Achsen auf die erste Art reiben, ungeachtet sie theils durch sich selbst theils durch die Achsen und die übrigen zu ihrer Befestigung nöthigen Theile das Gewicht der Wagen ungemein vermehren, so machen sie dennoch, bloß durch ihr Drehen, daß auf einem ungleichen Boden, wo die Reibung vorzüglich groß ist, die Wagen viel leichter fortzuziehen sind, als die Schleifen oder Schlitten. Hemmet man aber die Räder, so wird die Bewegung derselben ganz ungemein erschweret, weil jetzt ihre ganze Reibung bloß von der ersten Art ist.

Auf eine ähnliche Art kann auch die Reibung liegender oder horizontaler Wellen vermindert werden, wenn man jeden ihrer Zapfen nicht auf ein unbewegliches Lager, sondern auf die Räder zweyer neben einander gestellter Rollen oder Räder legt, die sich beyde nach entgegengesetzten Richtungen drehen, wenn die Welle gedrehet wird. Denn weil die Drehung der Rollen bloß eine Folge der Reibung zwischen ihren Rändern und den Zapfen der Wellen ist, so gehöret diese Reibung zur zweyten Art, anstatt daß die Reibung der Zapfen auf unbeweglichen Lagern von der ersten Art ist. Es reiben sich zwar die Zapfen der Rollen oder Räder auch auf die erste Art, allein diese Reibung wird durch eine geringe Kraft überwunden, weil ihr Ort am Umfange des Zapfens der Rolle und also der Achse, um welche sich die Rolle drehet, viel näher liegt, als der Ort der Kraft, der am Umfange der Rolle selbst ist. Daher wird bey kleinen und leichten Maschinen, die mit liegenden Wellen versehen sind, die Bewegung sehr erleichtert, wenn man die Zapfen jener Welle auf etwas große Rollen legt. Bey großen und schweren Maschinen aber, dergleichen die Mühlen sind, kann man sich dieses Vortheils nicht bedienen, weil die Rollen

durch

durch die große Last der Welle bald verbogen und ganz unbrauchbar gemacht werden.

Die drehende Bewegung der Kugeln und Walzen bey der Reibung der zweyten Art rührt bloß daher, daß die erhabenen Theilchen ihrer Oberflächen auf die Theilchen der Flächen stoßen, auf welchen sie sich fortbewegen, und von ihnen zurückgetrieben werden. Da die letztern unbeweglich sind, so benehmen sie den erstern, welche sich leicht zurücktreiben lassen, ihre ganze Bewegung, oder sie stoßen sie eben so stark rückwärts, als sie mit den übrigen Theilen und der Achse, um welche sie sich drehen, vorwärts gehen. Daher drehet sich der Umfang eines Wagenrades eben so schnell rückwärts um seine Achse, als diese nebst dem Wagen fortgehet. Auf eine ähnliche Art verhalten sich die Walzen und Kugeln, die man auf einer horizontalen Fläche fortschiebt oder zieht.

Dadurch, daß die Theilchen der Fläche auf die Theilchen des Umfanges des Rades stoßen, welches auf ihr fortgezogen wird, entsteht in dem Rade nicht nur eine drehende Bewegung, sondern es wird auch zugleich die fortgehende Bewegung desselben geschwächt, und zwar um desto mehr, je schneller das Rad fortgezogen wird. Daher wächst die Reibung der zweyten Art mit der Geschwindigkeit, unerachtet sie überhaupt mehrentheils nur gering ist. Dreht sich aber ein runder Körper, indem er sich auf einer Fläche reibt, nicht durch die Reibung, sondern durch eine andere Kraft, so wie z. B. die Welle einer Mühle auf ihren Zapfenlagern, so ist die Reibung von der erstern Art, weil die stoßenden Theilchen einander in diesem Falle nicht ausweichen.

Die sonst gewöhnliche Friktion, welche bisher ist betrachtet worden, oder Hube's Friktion der ersten Art, muß aber noch in zwey besondere Gattungen abgetheilet werden. Denn sobald diejenigen Körper, welche an einander fortbeweget werden, schon in Bewegung sind, so wird alsdann die Friktion der wirklich bewegten Körper ganz anders seyn, als diejenige Friktion, da der Körper auf den andern sich zu bewegen

bewegen anfängt. Der Herr **von Segner** a) nennt daher auch die letztere die **Friktion der Ruhe** und unterscheidet diese von der **Friktion der Bewegung**. Das Holz hat die Eigenschaft, wenn es auf der Oberfläche eines Körpers liegt, daß seine Reibung der Ruhe bald größer bald kleiner ist, nachdem es auf der Oberfläche länger oder kürzer in Ruhe gelegen hat, ehe es auf ihr anfing sich zu bewegen. Auf einer metallenen Fläche muß ein Stück Holz mehrere Tage liegen, ehe seine Reibung der Ruhe so groß als möglich wird. Hat sie aber ein Mahl ihr Größtes erreichet, so hilft eine längere Ruhe nichts. Holz auf Holz, wenn es nicht geschmieret wird, erreicht seine größte Reibung der Ruhe in kurzer Zeit, und diese macht bey kleinem und mäßigem Drucke oft die Hälfte, ja noch mehr als die Hälfte des ganzen Druckes aus. Wird aber das Holz gehörig geschmieret, und ist die Schmiere schlüpfrig genug, und nicht alt, so beträgt die Reibung der Ruhe gewöhnlich kaum den vierten oder fünften Theil des Drucks. Wird aber der Druck groß, und die reibende Fläche klein, so macht die größte Reibung der Ruhe zuletzt einen merklich kleinern Theil des ganzen Drucks aus. Daß sich aber bey fortgehender Bewegung die Friktion ändere, haben verschiedene Naturforscher aus der Erfahrung geschlossen. Es hat jedoch noch seine Schwierigkeiten, die Aenderung des Gesetzes der Friktion bey fortgehender Bewegung zu bestimmen, und überhaupt, wie sie von der Geschwindigkeit abhange. **Muschenbroek** b) hat ein Paar Versuche angestellt, welche dazu dienen sollen, das Gesetz vermittelst der Erfahrung auszumitteln. Der Herr **von Segner** hat diese Versuche in der angeführten Abhandlung zum Grunde gelegt, und eigene ähnliche Versuche angestellet. Das daraus gefundene Resultat schien zu seyn, daß sich die Differenzen der Zahlen, welche die Geschwindigkeiten ausdrucken, ziemlich genau wie die Logarithmen der Friktionen verhalten. Der Herr von

a) Differt. de adfrictu solidorum in motu constitutorum. Halae 1758. 4.
b) Introduct. ad philosoph. natur. §. 523.

von Segner hat daraus Formeln abgeleitet, deren Richtigkeit er durch verschiedene Versuche wahrscheinlich zu machen gesuchet hat.

Bey den Maschinen ist mehrentheils die Friktion der Bewegung kleiner, als die Friktion der Ruhe. Denn indem sich eine Maschine beweget, wird sie mehr oder weniger erschüttert, und dadurch lüften sich die Theile, die sich an einander reiben. Wenn man ein Stück Holz auf einem hölzernen Tisch fortschiebt, und auf diesen zugleich öfters gelinde mit einem Hammer schlägt, so findet man bey mäßigem Drucke und ungeschmierten Flächen die Reibung nicht über $\frac{1}{6}$, und bey großem Drucke kaum $\frac{1}{10}$ des Drucks groß. Euler [α]) nimmt an, daß in Maschinen, deren Theile nicht geschmieret sind, die Reibung durch kleinere oder größere Geschwindigkeit, mit welcher sie sich bewegen, nicht verändert werde. Auch beweisen dieß schon die Versuche, welche Schober [β]) in den Salzgruben bey Krakau mit Rollen gemacht hat, deren Achsen von Stahl, die Lager theils von Horn, theils von Metall waren. Denn die Bewegung dieser Rollen und der an ihnen hängenden Gewichte blieb beständig, und selbst bey einer Tiefe von 216 Fuß, durch welche die letztern gingen, gleichförmig beschleunigt. Sie wurde also von einer gleichförmigen Kraft erzeugt. Da nun diese Kraft von dem Uebergewichte auf der einen Seite, welches während der ganzen Bewegung immer von gleicher Größe blieb, nach Abzug der Friktion entstand, so mußte auch die Friktion immerfort gleich groß geblieben seyn. Mit diesen Versuchen stimmen auch die des Herrn Coulomb [γ]) überein, und zeigen außerdem, daß auch bey Holz auf Holz, wenn es ungeschmiert ist, die Reibung der Bewegung bey jeder Geschwindigkeit ungefähr einerley Größe behält. Aber bey

α) Theoria motus corporum solidorum. §. 961, p. 450.
β) Versuch einer Theorie von der Uebermucht. Leipzig 1751.
γ) Sur la theorie des machines simples en ayant regard au frottement de leurs parties etc. pièce, qui a remporté le prix double de l'Acad. de Paris pour 1781, auszugsweise in Rozier Journ. sept. 1783.

bey geschmierten Flächen wächst die Friktion mit der zunehmenden Geschwindigkeit immerfort. Daher wird auch die Bewegung immer geringer, und zuletzt gar nicht weiter beschleuniget. Aus dieser Ursache fangen auch die Maschinen, die von irgend einer Kraft beschleuniget werden, in kurzer Zeit sich gleichförmig zu bewegen an, wenn sie geschmieret sind.

Nach **Eulers** Voraussetzung hat Herr Prof. **Gerstner** α) in Prag Untersuchungen über das Reiben beym Räderwerke angestellt. Wenn die Politur mittelmäßig war, so betrug die Friktion nie über $\frac{1}{3}$ des Drucks; bey guter Einschmierung des Zapfens war sie auch nur $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{8}$ des Drucks. Die Kraft muß alle Mahl größer seyn, wenn das Rad den Trilling als wenn dieser jenes in Bewegung setzt; auch ist in beyden Fällen weniger Kraft nöthig, wenn die Dicke der Triebstecken noch größer gemacht wird, als die halbe Entfernung des einen von dem andern. Es ist daher vortheilhafter, wenn man dem Rade, an welchem die Kraft arbeitet, die Gestalt eines Trillings gibt, auch wenn man die Triebstecken dicker, die Zähne hingegen dünner macht.

Die mathematische Theorie der Friktion mit Anwendung auf die Maschinen findet man beym **Belidor** β) und **Karsten** γ), und besonders in einzelnen Abhandlungen von **Meister** δ), **Lambert** ε), **Coulomb** und **Metternich** ζ).

Die Friktion kann übrigens durch verschiedene Mittel beträchtlich vermindert werden. Dahin gehöret unter andern der Vortheil, daß man nicht einerley Materien auf einan-

α) Vergleichung der Kraft und Last beym Räderwerke, mit Rücksicht auf Reibung, in den neuen Abhandl. der königl. böhm. Gesellsch. der Wissensch. B. I. Wien und Prag 1791. Nr. 15.

β) Architectur. hydraul. liv. I. chap. 2.

γ) Lehrbegriff der gesammten Mathematik Th. IV. Mechanik der festen Körper XXI. u. f. Abschnitte.

δ) De aberratione attritus a lege inertiae, in nov. comment. societ. Goetting. Tom. I. p. 141.

ε) Sur le frottement, en tant qu'il ralentit de mouvement, in nouv. mémoir de l'Acad. de Berlin 1772. p. 9

ζ) Dissert. de frictione. Erfurd 1756. 4. Von dem Widerstande der Reibung; a. d. latein. Frankf. u. Maynz 1789. 8.

einander laufen läßt, sondern solche auswählet, welche sich wenig reiben. Auch durch das Einschmieren kann die Friktion sehr ansehnlich und bis auf die Hälfte vermindert werden, nur muß die Schmiere gut, frisch und rein seyn. Denn schlechte oder alte Schmiere vermehret oft die Friktion, anstatt sie zu vermindern. Daher muß man bey den Maschinen, welche einen großen Druck leiden, die Schmiere sehr oft erneuern. Den Grund hiervon sucht man gewöhnlich darin, daß die Theilchen auf den Oberflächen der festen Körper größtentheils haarförmig sind, und bey der Bewegung dieser Körper auf einander gebogen und niedergedruckt oder weggerissen werden müssen. Schmiert man also auf die Flächen eine klebrichte Materie, deren Theilchen unter einander leicht beweglich sind, so werden die kleinen Borsten der Flächen zusammengeklebt und ihre Zwischenräume ausgefüllt. Nach Beschaffenheit der Körper, welche man schmieret, und nach Bewandniß der Umstände bedienet man sich zum Schmieren bald dieser, bald jener Materie. Das Holz schmiert man oft mit Seife oder auch mit Talg, die Metalle mit Oel oder Talg, die Achsen der Wagenräder mit Fett oder Theer u. s. f.

Endlich kann die Friktion dadurch beträchtlich vermindert werden, wenn man die Einrichtung so macht, daß sich Flächen nicht an einander reiben, sondern über einander rollen, oder sich wälzen, oder wenn man, mit Herrn **Hube** zu reden, die Friktion der ersten Art in die der andern Art verwandelt.

Wie Zahn und Getriebe bey Räderwerken eigerichtet seyn müsse, um die Friktion so viel als möglich zu vermindern, s. m. den Artikel, **Räderwerk, zusammengesetztes**.

So nachtheilig übrigens die Friktion auch in gewissen Absichten ist, so nützlich und nothwendig ist sie in andern. Durch sie pressen wir Körper vermittelst der Schrauben und Keile zusammen; durch sie halten wir oft mit einer geringern Kraft Bewegungen auf, die uns schädlich seyn möchten. Durch sie sind wir vermögend auf Anhöhen zu kommen u. s. w.

Mit

Mit einem Worte, die Friktion gewähret bey dem Maschinenwesen eben so große Vortheile, als die Verminderung derselben bey wirklicher Bewegung. Die Friktion bey der Schraube ist bey Veranlassung eines von der Jablonowskyschen Gesellschaft zu Leipzig ausgesetzten Preises in einigen Abhandlungen *) betrachtet worden.

Die Friktion des Holzes und der Stricke wird besonders durch Kreide vermehret. So pflegt man das Seil an einer Radwinde, um an selbiger große Lasten in die Höhe zu ziehen, mit Kreide zu bestreichen, sie alsdann einige Mahl straff um die Welle zu winden, und das andere Ende von einer oder mehreren Personen stark anzuziehen. Auch durch Sand, Staub und Unreinigkeit wird die Friktion vermehret.

Außerdem wird durchs Reiben zweyer Körper an einander fühlbare Wärme erreget, und oft Flamme hervorgebracht. Auf solche Art können hölzerne Maschinen in Brand versetzet werden, wenn diejenigen Stellen, wo eine starke Reibung Statt findet, nicht gehörig geschmiert oder abgekühlet werden. Auch erregt man durch Reibung Elektricität und Vertheilung des Magnetismus. M. s. **Elektricität, Magnet.**

M. s. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik Th. III. Statik der festen Körper. Abschn. XII. Th. IV. Mechanik der festen Körper. Abschn. XXII. **Hube** vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. III. Leipz. 1791. 8. 40ster — 42ster Brief. S. 322 u. f.

Reibzeug der Elektrisirmaschine, Reiber, Küssen (corpus affrictans s. electricitatem excitans affrictu, corps frottant, coussinet électrique). Unter diesem Nahmen versteht man denjenigen Körper, womit ein elektrischer Körper gerieben wird, um dadurch Elektricität zu erregen. Anfänglich rieb man bloß Glasröhren mit der Hand, um elektrische Versuche anstellen zu können. Auch nachher, als man statt der Glasröhren Kugeln, als elektrische Körper, gebrauchte, und diese größerer Bequemlichkeit wegen in Gestelle

*) *Gulden* de helice. *Gerlach* de cochlea, in actis societ. Jablonovianae. Tom. V. ab an. 1775 ad 1779.

stelle brachte, um sie schnell zu bewegen, bediente man sich noch eine Zeit lang der Hand zum Reibzeuge. Der erste, welcher zum Reibzeuge Polster oder Küssen anwendete, war **Winkler** zu Leipzig. M. s. **Elektricität**. Das erste Küssen, welches **Winkler** an eine Glascylindermaschine anbrachte, war von Leder oder Leinwand, mit Wolle oder andern leichten Materien ausgestopft, und konnte durch eine Stellschraube von unten an den Cylinder a gedruckt werden. Von dieser ersten Einrichtung ging zwar **Winkler** bald wieder ab, indem sich das Glas dadurch zu sehr erhitzte, nicht lange darauf aber gebrauchte er doch wieder die Küssen, die vermittelst einer Stahlfeder gelinder an die Glaskugeln oder Cylinder angedruckt werden konnten.

Watson und **Wilson** in England bedienten sich ebenfalls der in Deutschland erfundenen Maschinen mit den an selbigen angebrachten Küssen. **Nollet** in Frankreich hingegen verwarf die Küssen, und ließ den elektrischen Körper immer noch an der Hand reiben, ob es gleich auch andere Freunde der Physik in Frankreich gab, welche die Küssen bequemer als die Hand fanden, und **Sigaud de la Fond** erzählet, daß er bereits 1754 Federn dabey angebracht, und die Küssen seitdem immer mit dem besten Erfolg angewendet habe.

Watson entdeckte, daß die Elektricität weit beträchtlicher erreget werden konnte, wenn das Küssen und das ganze Gestelle der Maschine angefeuchtet wurde. Auch bemerkte **Wilson**, daß es sehr vortheilhaft war, das lederne Küssen mit Silber oder Kupfer zu überziehen, und die ganze Maschine mit dem feuchten Boden in Verbindung zu bringen. Von diesen Erscheinungen konnte man damahls noch keinen Grund anführen, und **Nollet** läugnete sie sogar gänzlich, indem er behauptete, alle Feuchtigkeit überhaupt sey der Elektricität nachtheilig. Indessen machte doch **Watson** diese wichtige Erfahrung, daß nur eine schwache Elektricität erreget werden konnte, wenn sowohl das Reibzeug als

auch die Glaskugel isoliret ward, daß hingegen die Elektricität weit beträchtlicher wurde, wenn man eines von beyden mit dem feuchten Erdboden in Verbindung brachte. Dieß brachte ihn auf die Meinung, daß die Elektricität der Kugel nicht eigen sey, sondern daß sie durchs Reiben an dem Küssen nach und nach aus dem Fußboden herbeygelocket werde. Um das Jahr 1747 fand endlich D. **Bevis**, daß die isolirte reibende Person einer andern isolirten, welche die Glaskugel oder den Conduktor berührte, einen weit stärkern Funken gab, als beyde einer dritten auf bloßem Fußboden stehenden gaben, woraus **Watson** folgerte, daß die Glaskugel eben so viele Elektricität erhalte, als dem Reibzeuge genommen werde. Dadurch wurde man auf richtigere Begriffe von den entgegengesetzten Elektricitäten geleitet, und man ist besonders seit **Franklins** Zeiten völlig überzeuget worden, daß die Elektricität des Reibzeuges der der Glaskugel entgegengesetzet ist, oder daß überhaupt von zweyen an einander geriebenen Körpern der eine + E und der andere — E erhalte. Dadurch ist der Ausdruck **Reibzeug** noch viel allgemeiner als vormahls worden. Da nämlich die Erfahrung unwidersprechlich lehrte, daß jederzeit bey Reibung zweyer Körper beyde Elektricitäten erreget wurden, ob sie gleich immer schwach blieben, wenn beyde Körper isoliret waren, daß hingegen die eine Elektricität an demjenigen Körper, welcher isolirt war, stark wurde, wenn der andere Körper mit der Erde eine leitende Verbindung hatte, so erhielt eben der letztere Körper den allgemeinen Nahmen des **Reibzeuges**. Hierbey hat man nun noch besonders dieß zu bemerken. Wenn beyde Körper, die sich an einander reiben, Leiter sind, und keiner isoliret ist, so zeigt sich gar keine Elektricität; ist aber der eine ein elektrischer Körper, so wird nun die an den reibenden Stellen des elektrischen Körpers erregte Elektricität wegen der nicht leitenden Eigenschaft gleichsam fest gehalten, und es ist folglich dieser Körper eben so zu betrachten, als ob er isoliret wäre, daher er auch eine starke Elektricität zeiget. Wenn endlich beyde Körper elektrische

Körper

Körper sind, so zeiget sich nur schwache Elektricität, weil es hier eben so viel ist, als ob beyde Körper isoliret wären.

Folgende aus **Cavallo** entlehnte Tafel zeiget, was für eine Elektricität in verschiedenen Körpern erreget werde, wenn man sie mit verschiedenen Substanzen reibet.

Elektrische Körper		Reibzeug
Katzenhaar	positiv	jede Substanz, mit der man bisher Versuche angestellet hat
Glattes Glas	positiv	jede Substanz, mit der man es bisher versuchet hat, das Katzenhaar ausgenommen.
Mattgeschliffenes Glas	positiv	Trockener Wachstaffet, Schwefel, Metalle
	negat.	Wollenzeug, Federkiel, Holz, Papier, Siegellack, weiß Wachs, die Hand.
Turmalin	positiv	Bernstein, Luft mit Blasebälgen darauf geblasen.
	negat.	Demant, die Hand.
Hasenfell	positiv	Metalle, Seide, Magnetstein, Leder, die Hand, Papier, gedörrtes Holz
	negat.	andere feinere Felle
Weiße Seide	positiv	Schwarze Seide, Metalle, schwarz Tuch
	negat.	Papier, die Hand, Haare, Wieselfell.
Schwarze Seide	positiv	Siegellack
	negat.	Hasen- Wiesel- und Iltisfelle, Magnetstein, Messing, Silber, Eisen, die Hand.
Siegellack	positiv	Metalle
	negat.	Hasen- Wiesel- und Iltisfelle, die Hand, Leder, wollen Zeug, Papier.
Gedörrtes Holz	positiv	Seide.
	negat.	Flanell.

Dergleichen Versuche sind jedoch von so großer Feinheit, daß sie den sorgfältigsten Beobachter erfordern; denn ihr Er-

folg hängt von so kleinen und veränderlichen Umständen ab, daß oft der nämliche elektrische Körper mit eben derselben Substanz gerieben ein Mahl Zeichen der einen, das andere Mahl der entgegengesetzten Elektricität angibt. Oft bringt eine kleine Veränderung auf der Oberfläche, ein verschiedener Grad der Trockenheit, oder eine verschiedene Anwendung ein und derselben Materie eine verschiedene Elektricität hervor. Der Regel nach erhält der vollkommenere elektrische Körper die positive, der weniger vollkommenere aber die negative Elektricität, so wie die glättere Oberfläche die positive, und die rauhere die negative Elektricität bekommt. Jedoch ist diese Regel nicht für unveränderlich und allgemein zu halten; so erhält z. B. das Siegellack die negative Elektricität, ob es gleich ein vollkommener elektrischer Körper und glätter ist, als die Hand oder das Papier, womit es gerieben wird.

Wenn zwey elektrische Körper, welche sich in aller Absicht völlig gleich sind, an einander gerieben werden, so erhält derjenige, welcher das stärkste Reiben erleidet, die negative, der andere aber die positive Elektricität. Wenn z. B. ein Stück Seidenzeug A über ein anderes B, das dem vorigen in jeder Absicht gleich ist, so hinweggezogen wird, daß die Oberfläche des ganzen Stückes A nach und nach bloß über einen einzelnen Theil der Oberfläche von B gehen muß, so wird A die positive, und B die negative Elektricität erhalten.

Dünne elektrische Körper, z. B. seidene Bänder, seidene Strümpfe u. s. f. zeigen beym Reiben über einander vorzüglich merkwürdige Eigenschaften. Versuche hierüber haben besonders **Symmer** [α]), **Cigna** [β]) und **Beccaria** [γ]) angestellet, von welchen man Auszüge beym **Priestley** [δ]), **Sacin** [ε]) und in der deutschen Uebersetzung von

Cavallo

α) Philosoph. transact. Vol. LI. P. I. nr. 96.
β) Miscell. societ. Taurinens. an. 1765. p. 31 sq.
γ) Elettricismo artificiale. p. 197 sq
δ) Geschichte der Elektricität, durch Brünitz. S 166 u. f.
ε) Anfangsgr. der Electricität. Hanau 1778. 8. 6 u. 7te Vorlesung.

Cavallo *) findet. Diese Versuche scheinen auf folgende allgemeine Regeln zu führen. Bänder, zwischen zwey Leitern gerieben, werden negativ; hingegen zwischen zwey elektrischen Körpern gerieben, erhalten sie die positive Elektricität. Weiße Bänder zwischen Leitern und elektrischen Körpern schwach gerieben, bekommen positive, stark gerieben aber negative Elektricität. Zwey Bänder über einander gelegt, und zwischen verschiedenen Substanzen gerieben, erhalten jedes die entgegengesetzte Elektricität von der Fläche, die es berühret hat. Hat es Glas oder leitende Körper berühret, so wird es negativ, hat es Siegellack, Schwefel, schwarze Seide, Holz u. s. berühret, so wird es positiv gefunden. Legt man sie daher auf Glas oder auf Messing, und reibt sie mit Siegellack, so wird das obere positiv, das untere negativ, und wenn man sie aufhebt, kleben beyde an einander.

Aus diesem Angeführten sieht man leicht, daß sehr viele Substanzen als Reibzeuge bey den Elektrisirmaschinen, Elektrophoren u. s. f. dienen können, nachdem man irgend einen Körper zum elektrischen Körper wählet. Bey den gewöhnlichen Glaskugel- oder Cylindermaschinen gebrauchet man lederne oder seidene Küssen. M. s. **Elektrisirmaschine**. Sonst pflegte man an die Vorderseite des Küssens ein Stück Leder anzubringen, und selbiges mit dem elektrischen Amalgama zu bestreichen. Nachher fand man es aber für besser, ein seidenes Küssen mit Haaren auszustopfen, und über selbiges Leder zu ziehen, in welches das Amalgama eingerieben wird. Vom untern Rande dieses Küssens geht sodann noch ein Lappen von Wachstaffet bis an den Einsauger des Conduktors über den Cylinder hinweg. Ist das seidene Küssen an eine metallene Platte befestiget, so müssen an selbiger alle scharfe Kanten und Ecken vermieden werden, oder man muß sie mit Seide bedecken. Ueberhaupt ist das Küssen so einzurichten, daß diejenige Seite, an welche sich die Oberfläche des Glases beym Herumdrehen andrängt, ein so

*) Vierte Auflage, Leipz. 1797. 8. B. I. S. 308 u. f.

so vollkommener Leiter als möglich sey, damit sie die Elektricität so geschwind, als möglich, hergebe, die andere Seite aber, so viel als möglich, ein Nichtleiter, damit nichts von der am Glase angehäuften elektrischen Materie hinter das Küssen gehe. Uebrigens ist es sehr vortheilhaft, das Reibzeug an der Maschine selbst zu isoliren. Denn auf solche Art kann man nach Belieben positiv oder negativ elektrisiren; positiv nämlich, wenn man die Isolirung des Reibzeuges durch eine von selbigem bis zur Erde herabhangende Kette aufhebet, und den Conduktor an den elektrischen Körper der Maschine bringt, negativ, wenn man das Reibzeug isoliret, den Conduktor an selbiges stellt, wozu selbst bey einigen Maschinen ein eigener Leiter angebracht ist, und den positiven Conduktor mit der Erde in leitende Verbindung bringt.

Bey den Glasscheibenmaschinen werden gewöhnlich auf beyden Seiten der Scheibe Küssen angebracht, von deren Einrichtungen man das Nöthigste unter dem Artikel, **Elektrisirmaschine**, findet.

M. s. **Priestley** Geschichte der Elektricität durch **Krünitz**. S. 45. 88. 125 u. f. **Cavallo** vollständige Abhandl. der Lehre von der Elektricität. Leipz. 1797. 8. B. I. S. 20. 129.

Reif (pruina, givre, gelée blanche, frimas). Hierunter versteht man den gefrornen Thau, welchen man vornehmlich zu Ende des Herbstes und des Winters auf den der Luft ausgesetzten Oberflächen der Körper wahrnimmt. Wenn nämlich die Luft und die Oberflächen der Körper so sehr erkalten, daß die Kälte bis zum Gefrierpunkte steiget, so gefrieret auch das aus der Luft sich niederschlagende Wasser oder der Thau. Dieser Fall hat gewöhnlich Statt zu Ende des Herbstes und des Winters, da die Nächte noch lang genug sind, um den Körpern die am Tage über angenommene Wärme bis zum Gefrierpunkte völlig zu entziehen. Daher sieht man anstatt des in Sommertagen gewöhnlichen Thaues, die Pflanzen, die Bäume, die Dächer der Gebäude u. s. mit Reif überzogen. Diese Art von Reif wird in der französischen Sprache mit dem Nahmen **gelée blanche** belegt.

Eine andere Art Reif, givre oder frimas genannt, wird in der Luft aus den niedergeschlagenen Dunstheilchen gebildet, wenn sie nämlich bis zum Gefrierpunkte erkaltet ist. Dieser Reif entstehet besonders im Winter und in kalten Himmelsstrichen, wo häufiger Nebel angetroffen wird. Die in der Luft schwebenden Eistheilchen legen sich an die der Luft ausgesetzten Flächen besonders auf der Windseite in großer Menge an. Beyde Arten von Reif, welche sonst einander sehr ähnlich sind, unterscheiden sich nach **Brisson** darin, das letztere (givre) nur alsdann entstehen kann, wenn die Luft bis zum Gefrierpunkte erkaltet ist, da hingegen der andere (gelée blanche) sich bey gelinder Temperatur bilden kann, wenn nur die Oberflächen der Körper, an welche sich der Thau anlegt, die gehörige Erkältung besitzen.

Auch das **Gefrieren** der Fenster, und das uneigentlich so genannte **Ausschlagen der Kälte** an den Gebäuden, Steinen, Eisen und mehreren andern Körpern beym Anfange des Aufthauens, entsteht auf eine ähnliche Art wie der Reif. Denn beym Aufthauen wird die Luft weit geschwinder als alle die Körper erwärmet; daher schlägt sich die in der Luft schwebende Feuchtigkeit an den kalten Flächen dieser Körper nieder, und gefrieret an selbigen. Es wird also die kalte Fläche mit einer weißen Rinde feiner Eistheilchen überzogen. Eben so gefrieren auch in einem warmen Zimmer diejenigen Dünste, welche sich an den hinlänglich kalten Fensterscheiben niederschlagen, von innen. Wird es hingegen nach starkem Froste in der atmosphärischen Luft warm, so legen sich alsdann Dünste an Fensterscheiben in sehr kalten Zimmern an, und gefrieren von außen. Diese Eistheilchen kommen also nicht, wie der Ausdruck des Ausschlagens andeutet, aus dem Körper heraus, sondern hängen sich vielmehr von außen her an seine Fläche.

Ueber die verschiedenen Gestalten der gefrornen Dünste an den Fensterscheiben hat der Herr **von Mairan** a) viele Unter-

a) Dissert. sur la glace, à Paris 1735. 8. vermehrt 1749. 8. Abhandl. vom Eise; a. d. Franz. Leipz. 1752. 8.

Untersuchungen angestellet. Weil das Gefrieren des Wassers eine wahre Krystallisation ist, deren Krystalle sich unter Winkeln von 60° und 120° mit einander verbinden, so zeigen dieß ebenfalls auch die gefrornen Dünste an den Fensterscheiben; außerdem zeigen sich auch an selbigen noch andere krummlinichte Figuren in Gestalt der Sträucher, Bäume, Aeste, Blumen u. s. f., deren Bildung der Herr **von Mairan** nicht anders erklären kann, als durch seine fast unsichtbare Furchen in der Oberfläche der Glastafeln, welche auf der Glashütte entweder durchs Abstreichen des geschmolzenen Glases mit dem Eisen entstanden, oder nachher bey der Reinigung der Scheiben durch Bürsten und Abscheuern mit feinem Sande in die Fläche gerissen worden sind.

Nollet *) hat einen Versuch umständlich beschrieben, den Reif oder das so genannte Ausschlagen durch eine künstliche Kälte nachzumachen. Man vermischt nämlich geschabtes Eis und Kochsalz in einem dünnen gläsernen Gefäße zusammen, läßt alsdann dieses von außen wohl abgetrocknete Gefäß an einem feuchten Orte etwa eine Viertelstunde lang stehen. Die Mischung des Eises und des Salzes bringt eine beträchtliche Kälte hervor, und die an dem Gefäße angrenzende Luft schlägt an selbigem die Feuchtigkeit nieder, welche wegen hinreichender Kälte sogleich anfrieret, und den Reif bildet.

M. s. *Brisson* diction. raison. de physique, art. *gelée blanche*, *givre*.

Reisebarometer s. Barometer.

Reißbley, Graphit, Schreibbley, Eisenschwärze (plumbago, plumbum scriptorium, graphites (Werner), graphitis (Forster), carburas ferri, plombagine, graphite, carbure de fer). Dieses Mineral wurde bis auf **Scheelens** Zeiten häufig mit dem Wasserbley (molydaena) verwechselt, oder wenigstens nur für eine besondere Art desselben gehalten. Es hat eine dunkel eisenschwarze Farbe, welche sich zuweilen der stahlgrauen nähert, und da,

*) Leçons de phys. exper. Tom III. p. 362.

wo es mit Eisenocher innig vermengt ist, bräunlichschwarz ausfällt. Es besitzet einen metallischen Glanz, sein Bruch ist sehr dünn- und gewöhnlich etwas krummschiefrig, zuweilen ist es im Einzelnen wirklich schon undeutlich blätterig; es springt in unbestimmt eckige, nicht sonderlich stumpfkantige Bruchstücke, zeigt höchst feinkörnig abgesonderte Stücke, ist völlig undurchsichtig, sehr weich, ein wenig spröde, färbt sehr stark ab, fühlt sich fettig an, und ist nicht sonderlich schwer. Sein specifisches Gewicht wechselt von 1,987 bis 2,267.

Der erste, welcher das Reißbley näher untersuchte, war **Pott** a) im Jahre 1740; allein seine Untersuchung besaß noch Unvollkommenheiten; es sollte nämlich hiernach aus einer sehr strengflüssigen, talkartigen Materie und etwas Schwefelsäure bestehen. Im Jahre 1779 zeigte aber **Scheele** b) zuerst, daß es weder zu den Stein- und Erdarten, noch zu den Metallen gerechnet werden könne, sondern daß es vielmehr eine wahre kohlige Substanz sey. Herr **Pelletier** hat diese Versuche weiter verfolgt und bestätiget.

Das Reißbley erleidet durch die stärkste Hitze in verschlossenen Gefäßen keine Veränderung und schmelzt auch nicht. Wenn es aber unter dem Zugange der Luft stark und anhaltend geröstet wird, so verschwindet es größtentheils, und es bleibt nur etwas Eisenkalk zurück, wenn es rein ist. So bemerkten **Gahn** und **Hielm**, daß von 100 Theilen Reißbley nur 10 Theile Eisenkalk übrig blieben. Die Zerstörung desselben ist ein langsames Verbrennen, wobey man auch ein wellenförmiges Licht auf der Oberfläche bemerkt.

Nach den Versuchen der Herren **van der Monde, Bertholet** und **Monge** brannte das Reißbley unter einer Glocke mit Lebensluft sehr langsam, so daß ein Theil davon zerstreuet wurde. Von dem zum Sperren gebrauchten Wasser wurde $\frac{1}{6}$ der Luft verschluckt, und diese verschluckte Luft war

a) Examen chemicum plumbi scriptorii; in den miscell. Berolin. Tom. VI. p. 29 f. übers. in Crells neuen chemisch. Archiv. Th. III. S. 284.

b) Schwedische Abhandl. vom Jahre 1779. B. XI. S. 238. übers. in Crells neuesten Entdeckung. Th. VII. S. 153 u. f.

war luftsaures Gas, das übrige ⅞ war entzündbares Gas. Das rückständige Eisen des Reißbleyes war zu schlackigen Kügelchen geflossen.

Luft, Wasser und Oele, so wie die wesentlichen concentrirten Säuren haben keine Wirkung auf das Reißbley. Die reinen feuerbeständigen Laugensalze aber zerlegen es in der Schmelzhitze, werden dadurch mild oder luftsauer, und entbinden eine Menge brennbarer Luft. Salpeter verpufft damit im Glühen sehr lebhaft, wobey sich kohlensaures Gas entwickelt, und auch das rückständige Alkali des verpufften Gemisches sich kohlensauer zeiget.

Mit dem Schwefel vereiniget sich das Reißbley durch Schmelzen nicht. Reines enthält auch keinen Schwefel. Weder mit den Erden, noch mit den Metallen läßt sich das Reißbley zusammenschmelzen.

Hiernach besteht also das Reißbley aus Kohlenstoff und Eisen, und zwar ist letzteres darin nicht bloß eingemengt, sondern chemisch mit dem Kohlenstoff verbunden. Es ist also das Reißbley **eisenhaltiger Kohlenstoff.** Nach Versuchen enthält es 0,9 Theile Kohlenstoff und 0,1 Theil Eisen, wenn es rein ist, und keinen Eisenkalk und keine Erden beygemengt hat. Wahrscheinlich ist das Eisen darin nur als unvollkommener Kalk.

Das Reißbley erzeuget sich auch beym Schmelzen des Roheisens, und kann alsdann als Produkt der Kunst betrachtet werden.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 2116 u. f. dessen Grundriß der Chemie. Th. II. Halle 1797. 8. §. 1152 u. f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 426.

Relativ (relatiuum, relatif). So nennt man dasjenige, was nicht an und für sich, sondern nur in Beziehung auf etwas anderes ähnliches betrachtet wird. Dem relativen wird das **absolute** entgegengesetzet. Beyspiele hiervon findet man in verschiedenen Artikeln dieses Wörterbuchs.

Reper-

Repercussion s. Zurückwerfung.

Repulsion s. Abstoßen.

Respiration s. Athmenholen.

Resonanz (resonantia, resonnement). Wenn die beym Schalle in schwingende Bewegung versetzte Luft gegen elastische Körper stößt, deren Theilchen so gespannt sind, daß sie Schwingungen von gewisser Geschwindigkeit anzunehmen vermögend sind, so gerathen diese Theilchen selbst in eine schwingende Bewegung, und bringen solchergestalt in der übrigen daran angrenzenden Luft eben den Schall oder Ton hervor. Dieses Mitklingen wird eben **Resonanz** genannt. Es findet am stärksten Statt, wenn der Körper, an welchen die erschütterte Luft stößt, so gespannt ist, daß er in eine schwingende Bewegung von der nämlichen Geschwindigkeit versetzet wird, mithin in eben dem Tone, oder im Einklange resoniret.

Daraus ist es zu erklären, warum eine auf einem musikalischen Instrumente gespannte Saite mitklingt, wenn eine auf einem anderen Instrumente gleich gespannte Saite ihren Ton angibt. Legt man auf die gespannte Saite einer Violine ein leichtes Stückchen Papier, so fällt dieses herab, wenn auf einer andern auch in ziemlicher Entfernung davon liegenden Violine die gleich gestimmte Saite gestrichen wird. Weil alle Körper in einem gewissen bestimmten Grade Elasticität besitzen, mithin bey gewissen Tönen für gewisse Schwingungen gleichsam empfänglicher sind, so werden sie auch bey diesen Tönen am stärksten resoniren. Daher kommt es, daß besonders in gemauerten Salons musikalische Stücke aus gewissen Grundtönen dem Gehöre weit angenehmer sind, als die aus andern, indem sie für jene Töne am stärksten resoniren.

Für die spröden Körper gibt es gewisse Töne, wodurch ihre Theile am stärksten und leichtesten in schwingende Bewegungen versetzet werden. Solche Körper also hallen bey dergleichen Tönen, besonders wenn sie hohl sind, sehr stark und anhaltend wieder. Ja es kann dieser Wiederhall so stark werden, daß die Theile dieser Körper von einander reißen.

So

So können Fensterscheiben durch's Abfeuern der Kanonen zerspringen, und Gläser zerbrechen, in welche mit Heftigkeit hinein geschrieen wird α).

Auch beruhet auf diesem Grunde die Wirkung der **Resonanzböden** auf den mit Saiten bezogenen musikalischen Instrumenten, deren Grundsätze vom Herrn **von Maupertuis** β) sind untersuchet worden. Auf vielen Instrumenten behalten die Saiten beständig einerley Länge, wie z. B. bey den Clavieren, auf andern aber werden sie durch einen Druck des Fingers, um höhere Töne hervorzubringen, verkürzt. Um nun solchen Instrumenten einen vorzüglich schönen Klang zu verschaffen, müssen die Resonanzböden eine solche Form bekommen, daß ihre Fasern gleichsam eben solche gleich gespannte Saiten vorstellen, als das Instrument Töne geben soll, um im Einklange mit zu tönen, und dadurch den angegebenen Ton zu erhöhen. Daraus ist der Grund herzuleiten, warum die Resonanzböden durch einen schiefen oder krummen Steg oder durch Schalllöcher in Fasern von ungleicher Länge zerschnitten sind. Ein solches Instrument wird daher am vollkommensten seyn, wenn die Zahl der Fasern, welche sich zu jedem angegebenen Tone schicken, so gleich als möglich, und die Zahl der schwächer mitklingenden falschen Fasern so klein als möglich ist. So kann es zufällig an einem Instrumente im Resonanzboden für einen gewissen Ton mehrere Fasern geben, als für einen andern, oder es können für einen gewissen Ton mehrere Fasern resoniren, als für einen andern; in einem solchen Falle spielt sich dieses Instrument aus dergleichen Tönen stärker und reiner als aus andern.

Wenn die Resonanzböden aus sehr altem trockenen und leichten Holze verfertiget werden, so sind seine Fasern desto beweglicher, und ihre Schwingungen werden durch die angrenzen-

grenzen-

α) *Morhofii* stentor ὑαλοκλάστης s. de scypho vitreo per certum humanae vocis sonum fracto. Kilon. 1683. 4.

β) Sur la forme de instruments de musique; in den mémoir. de Paris 1724.

grenzenden Fibern nicht so sehr aufgehalten als bey feuchtem Holze. Daher haben alte ausgespielte Violinen oft eine so großen Werth. Auch erhalten oft zerstoßene und nachher wieder zusammengeleimte Instrumente zufälliger Weise eine solche Verbindung in ihren Theilen, daß die Zahl der schwächer mitklingenden falschen Fasern weit geringer ist, als sie vorher war, daher auch diese Instrumente einen lebhaftern und reinern Ton als vorher geben, und ebenfalls sehr hoch geschätzet werden.

M. s. **Erxleben** Anfangsgr. der Naturlehre §. 294. 295.

Retardation (retardatio, retardation, ralentissement) ist die Verminderung der Geschwindigkeit bewegter Körper. Wenn nämlich Körper in Bewegung begriffen sind, und in jedem folgenden gleichen Zeittheile der Raum, den sie zurücklegen, kleiner als im vorhergehenden wird, so findet alsdann die Retardation Statt. Man kann also auch die Retardation als eine negative Beschleunigung betrachten, und alle Berechnungen, welche bey der Beschleunigung bewegter Körper ihre Anwendung finden, haben auch bey der Retardation Statt. M. s. **Beschleunigung.** Uebrigens kann die Retardation sowohl gleichförmig als auch ungleichförmig seyn. So findet z. B. eine gleichförmige Retardation bey der Bewegung eines senkrecht in die Höhe geworfenen Körpers Statt.

Weil ein jeder in Bewegung gesetzter Körper vermöge seiner Trägheit beständig gleichförmig sich bewegen würde, so muß nothwendig bey der retardirten Bewegung eine äußere Ursache in einer der Bewegung entgegengesetzten Richtung wirken, welche die retardirte Kraft ist. M. s. **Kraft, retardirende.** Alle äußere Hindernisse, als der Widerstand der Mittel, worin die Bewegung geschiehet, die Friktion u. dergl. sind als retardirende Kräfte zu betrachten. Denn hierdurch wird verursachet, daß eine jede Bewegung nach und nach vermindert wird, und zuletzt ganz aufhöre. Auf solche Art wird ein jedes in Bewegung versetztes Pendel

durch

durch den Widerstand der Mittel, worin es sich bewegt, endlich zur Ruhe gebracht.

Retardirte Bewegung s. **Bewegung.**

Retardirte Geschwindigkeit (celeritas retardata, vitesse retardée). Hierunter versteht man eine in jedem folgenden Zeittheile verminderte Geschwindigkeit. Obgleich das Beywort retardirt sich nur für Bewegung nicht aber Geschwindigkeit schickt, weil retardiren nichts weiter bedeutet, als die Geschwindigkeit vermindern, so ist doch der Ausdruck, retardirte Geschwindigkeit, bey den physikalischen Schriftstellern aller Sprachen gebräuchlich. Dieß läßt sich bloß dadurch rechtfertigen, weil vielmahls das Wort Geschwindigkeit auch als Bewegung gebrauchet wird. So sagt man auch **beschleunigende Geschwindigkeit**, ob es gleich nur beschleunigende Bewegung heißen sollte.

Retina s. **Auge.**

Revolution s. **Umlauf.**

Rhumb (rhombus, Rumb de vent). Dieser Ausdruck, welcher bey den Schiffern gewöhnlich ist, deutet die verschiedenen Weltgegenden ihres Ortes, oder eine jede Linie aus dem Orte des Schiffes nach einem von den 32 Punkten der gewöhnlichen Eintheilung des Horizontes. M. s. **Weltgegenden, Windrose.** Diese Linien zieht gewöhnlich der Schiffer aus verschiedenen Punkten der Seecharten, damit er den zu befolgenden Wind finden könne, wenn er sucht, welcher Windstrich der einen oder der andern gezeichneten Windrose mit einer von dem Orte seines Aufenthaltes zum Orte der Bestimmung gehenden Linie parallel liegt. Weil aber dergleichen Seecharten so sehr mit sich einander durchkreuzenden Windlinien angefüllt werden, daß die Bezeichnung des zurückgelegten und zu nehmenden Weges von einem Schiff auf demselben dadurch erschweret wird, so ist es besser, statt dieser Windlinien alle Linien gleichnahmiger Rhumben mit einander parallel zu ziehen, wobey der Seefahrer den Ort und Weg seines Schiffs mit Zirkel und Lineal, imgleichen einer auf Pappe geklebten, genau eingetheilten Schiffsrose,

durch

durch deren Mittelpunkt ein Faden gezogen wird, viel bequemer findet.

Auch heißt der **Rhumb** der Bogen des Horizontes zwischen zwey zunächst neben einander liegenden Weltgegenden, oder der 32ste Theil des Umfanges. In diesem Sinne sagt man, die Richtung des Schiffes oder Windes ändere sich um ein Drittel Rhumb u. s. f. Uebrigens beträgt ein jeder Rhumb $\frac{360}{32} = 11\frac{1}{4}$ Grad.

Richtung, Direction (directio, direction). Wenn ein Punkt in seiner Bewegung eine gerade Linie durchläuft, so heißt alsdann die Lage dieser geraden Linie, in welcher sich der Punkt bewegt, überhaupt die **Richtung**. Wird der Punkt als ruhend oder auch in einer einzigen Stelle seiner Bewegung betrachtet, so ist er nach allen möglichen Seiten hin mit einer unendlichen Menge von Punkten umringt, nach deren jedem er sich hinbewegen könnte. Die geraden Linien nach diesen Punkten verbreiten sich um diese betrachtete Stelle eben so, wie die Halbmesser einer Kugel derselben Mittelpunkt. In dem ersten oder auch nächstfolgenden Augenblicke der Bewegung aber kann der Punkt nur in einer einzigen dieser geraden Linien hingehen, und die Lage dieser geraden Linie ist alsdann an dieser Stelle seine **Richtung**. Wenn daher der Punkt eine Zeit lang sich in dieser geraden Linie fort beweget, so ist seine Direction mit dem Wege, den er nimmt, einerley, und seine Bewegung ist diese Zeit über geradlinicht. Aendert hingegen der Punkt seine Richtung in jeder Stelle der Bewegung so, daß er beständig einer andern geraden Linie folget, folglich alle Augenblicke die vorige Linie wieder verläßt, so ist seine Bewegung **krummlinicht**. In diesem letztern Falle kommt seine Richtung an derjenigen Stelle, wo er sich in der krummen Linie befindet, mit derjenigen geraden Linie überein, welche die krumme Linie in dieser Stelle berühret.

Wenn sich ein wirklicher Körper beweget, so können alle Punkte sich auf einerley Art bewegen, in welchem Falle sich die

die Bewegung des Körpers auf die Bewegung eines einzigen Punktes zurückbringen läßt. Gesetzt aber auch, die Punkte eines Körpers bewegten sich auf verschiedene Art, so muß doch eines jeden Bewegung besonders betrachtet werden. Folglich kommt es bey der ganzen Bewegungelehre auf die Betrachtung bewegter Punkte an, und der angeführte Begriff der Richtung ist für die Theorie der Bewegung völlig hinreichend.

Jede Bewegung eines Körpers setzt eine Kraft voraus, und durch die Anwendung der Kraft wird die Richtung des in Bewegung zu versetzenden Körpers bestimmt. Wirkt nur eine einzige Kraft, so ist auch die dadurch erfolgte Bewegung des Körpers nur geradlinicht nach dieser Richtung. Sobald sich also die Richtung des bewegten Körpers ändert, so setzt dieß auch ein Zusammentreffen mehrerer Kräfte voraus, wie z. B. bey der Kreisbewegung und bey der Centralbewegung überhaupt.

In vielen Fällen wird eine Richtung in geraden Linien, welche in Ruhe sich befinden, betrachtet, wie z. B. die Richtung der Schwere eines frey herabhangenden Körpers, die Richtung des Magnetismus u. s. und in der Geometrie die Richtungen aller geraden Linien, welche einen Winkel einschließen. Bey solchen Linien stellt man sich nämlich vor, als wenn sie durch Bewegung eines Punktes wären beschrieben worden. In solchen Linien lassen sich daher zwey Richtungen, die einander entgegengesetzet sind, finden, nachdem man sich nämlich vorstellet, daß der Punkt die Linie von a nach b oder von b nach a beweget. In der Physik ist die eine Linie die Richtung von einer gewissen Kraft, wie z. B. bey der Schwere, der magnetischen Kraft u. s. f. welche die Achse des Körpers nach dieser Linie hin treibet.

Ring des Saturnus s. **Saturnusring.**

Ringkugel, Armillarsphäre (sphaera armillaris, sphére armillaire) ist eine Zusammenfügung von verschiedenen Reifen oder Ringen (armillis), welche die Kreise der Himmelskugel auf eine ähnliche Art im Kleinen darstellen.

Die

Die Ringkugel soll, wie die künstliche Himmelskugel ein Modell des scheinbaren Himmels vorstellen; sie unterscheidet sich nur von dieser darin, daß die Himmelskugel eine ganz massive Kugel ist, auf deren Oberfläche auch die Sternbilder abgebildet sind, da hingegen die Ringkugel nur aus den Kreisen bestehet. Bey letzterer erhält man dadurch besonders den Vortheil, daß man in das Innere sehen, und daselbst die Erdkugel mit ihren Kreisen darstellen kann, wodurch die Erscheinungen an der scheinbaren innern hohlen Himmelskugel ähnlicher nachgeahmet werden.

Die Ringkugel hat folgende Einrichtung: auf dem Gestelle ruht, wie bey der Himmelskugel, der Horizont, und der Mittagskreis steht auf diesem in zwey Einschnitten desselben, und einem Einschnitte des Fußgestelles senkrecht, so daß man ihn verschieben, oder andere Punkte desselben ins Zenith bringen kann. Sonst sind diese beyden Kreise, wie bey der künstlichen Himmelskugel, unbeweglich. Die übrigen beweglichen Kreise bilden eine Art von Gerippe, welches sich um seine Achse, die die Weltachse vorstellet, drehen läßt. Von diesen Kreisen sind die größten Kreise der Aequator, die Ecliptik und die beyden Koluren. Die Ecliptik ist aber nicht, wie die übrigen Kreise, durch einen bloßen Ring vorgestellet, sondern sie ist auf der Mitte einer in gehöriger Schiefe liegenden $17\frac{1}{3}°$ breiten Zone von Messingblech gezeichnet, worauf die Zeichen und Grade getheilet sind, und welche auf solche Art den Thierkreis abbildet. Man hat daher auf dieser Zone wenigstens denjenigen Theil der Kugelfläche, wo Sonne und Mond und alle Planeten stehen müssen; daher man auch allezeit den Ort dieser Himmelskörper nach der Länge und Breite, aus den Tafeln der Ephemeriden aufsuchen, und durch ein Zeichen auf der äußern oder auch auf der innern hohlen Fläche der Zone bemerken kann.

Gewöhnlich werden bey den Armillarsphären kleine Bilder der Sonne und des Mondes an zwey Bügeln angebracht, wovon der eine sich um den Pol der Ecliptik drehen läßt,

der andere aber für den Mond um einen Punkt, welcher von jenem um 5° absteher, gewendet werden kann; weil nämlich der Pol der Mondsbahn von dem Pole der Ecliptik um das Maß des Neigungswinkels beyder Bahnen, d. i. um 5° entfernet ist.

Die vier genannten größten Kreise werden endlich noch durch vier kleinere Kreise gehörig mit einander verbunden; diese vier kleinern Kreise sind nämlich die beyden Wendekreise und die beyden Polarkreise. Die erstern sind vom Aequator um 23½°, oder um die Schiefe der Ecliptik entfernet, und die beyden andern gehen durch die Pole der Ecliptik.

Endlich besitzet die Ringkugel noch, wie die künstliche Himmelskugel, einen Stundenkreis, welcher auf dem Mittagskreise befestiget, und in 24 Stunden eingetheilet ist. Der Mittelpunkt dieses Kreises ist der Nordpol, in welchem ein Stift mit einem daran befindlichen Zeiger steckt, der sich mit der ganzen beweglichen Kugel zugleich umdrehet, und während der Umdrehung alle 24 Stunden der Theilung durchläuft.

Uebrigens ist der Gebrauch der Ringkugel mit dem der künstlichen Himmelskugel völlig einerley, nur dasjenige ausgenommen, was die Fixsterne außer dem Thierkreise angehet. M. s. **Himmelskugel, künstliche.**

M. s. **de la Lande** astronomisches Handbuch; a. d. Franz. Leipz. 1775. 8. §. 100. S. 56 f.

Röhre, Rohr (tubus, tube, tuyau). Unter diesem Worte versteht man in der Physik überhaupt einen festen Körper, welcher in dem Innern einen hohlen Canal besitzet, um durch selbigen flüssige Materien durchzulassen. Gewöhnlich haben die Röhren und innern hohlen Canäle die Form eines Cylinders, so daß die Querschnitte der Röhren und der hohlen Canäle concentrische Kreise bilden, deren Mittelpunkte in der Achse des Cylinders liegen. Uebrigens kann eine solche Röhre **gerade** oder **gebogen**, und im letzten Falle so gestaltet seyn, daß die Theile der gebogenen Röhre besondere Schenkel ausmachen.

Der Querschnitt der innern Höhlung einer Röhre erhält den Nahmen der **Weite im Lichten**. Ist die Röhre cylindrisch, so wird auch oft unter der Weite im Lichten nicht der Flächeninhalt des Querschnittes, sondern nur der Durchmesser der innern Höhlung verstanden. Eine solche Röhre wird besonders eine **Haarröhre** genannt, wenn der Durchmesser der Oeffnung unter $\frac{1}{10}$ rheinl. Zoll beträgt. M. s. **Haarröhren**.

Zu sehr vielen physikalischen Instrumenten so wie andern physikalischen Versuchen werden besonders wegen der Durchsichtigkeit und anderer Vorzüge gläserne Röhren häufig gebrauchet, welche in der französischen Sprache eigentlich tubes genannt werden. Röhren von Metall oder Holz heißen gewöhnlicher tuyaux, als z. B. die Leitröhren zu den Wasserkünsten (tuyaux de conduite). Bey solchen Versuchen, wo man das Zerbrechen des Glases zu befürchten hat, gebrauchet man auch metallene Röhren, wie z. B. bey einer Glasart, die zur Entwickelung ein heftiges Feuer nöthig hat u. s. f.

Hölzerne Röhren werden besonders bey Wasserleitungen und Wasserkünsten gebrauchet. Theoretische Untersuchungen über die Geschwindigkeit des aus den Röhren abfließenden Wassers nebst der aus selbigen binnen einer gewissen Zeit ausgegossenen Wassermenge findet man beym **Karsten** [a]) und **Kästner** [b]).

Röhre, toricellische s. **Barometer**.

Röhren, communicirende (tubi communicantes, tubes ou tuyaux communiquans) heißen diejenigen Röhren, welche entweder unmittelbar oder mittelbar durch einen Behälter mit einander verbunden sind, so daß eine flüssige Materie frey in dieselben treten könne; übrigens mag ihre Gestalt, Weite, Größe, Lage u. s. f. seyn, welche sie will.

a) Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. V. Hydraulik.
b) Anfangsgründe der Hydrodynamik. 2te Aufl. Götting. 1797. 8.

Bey allen communicirenden Röhren findet dieses allgemeine Gesetz Statt, welches als das Gesetz des Gleichgewichts flüssiger Materien betrachtet wird:

Gleichartige Flüssigkeiten stehen in den Schenkeln der communicirenden Röhren von jeder Gestalt, Lage und Weite derselben gleich hoch, und können nur in denselbigen alsdann zur Ruhe kommen, wenn ihre Oberflächen in den Schenkeln in einerley wagrechten Ebene liegen. So findet man das Wasser in den Röhren (fig. 28 — 31.) abc ruhig, wenn die Oberflächen in beyden Schenkeln der Röhren in einerley Horizontalebene ac liegen.

Dieß Gesetz läßt sich durch die Erfahrung leicht bestätigen. Weil in der Hydrostatik viel auf selbigem beruhet, so hat man auch versuchet, es allgemein durch Schlüsse zu beweisen. **Mariotte** [α]) gibt von diesem Gesetze Beweise für verschiedene Gestalten, Weiten und Lagen der Röhren, welche man auch mit einigen Abänderungen in **Wolffs** Anfangsgründen der Hydrostatik findet. Allein es gründen sich diese Beweise auf Voraussetzungen, welche bey flüssigen Körpern nicht mit aller Strenge angewendet werden können. Daher hat **Daniel Bernoulli** [β]) einen andern Beweis dieses Gesetzes gegeben, welchen auch Herr **Kästner** in den Anfangsgründen der Hydrostatik gebrauchet, und ihn etwas umständlicher erläutert. Er beruhet ganz auf dem Erfahrungssatze, daß die Oberfläche einer flüssigen Materie in jedem Behältnisse einen wagrechten Stand besitze, oder mit der Richtung der Schwere rechte Winkel mache. **Daniel Bernoulli** hat zwar von diesem Satze auch Beweise zu geben versuchet, wogegen aber **d'Alembert** [γ]) Erinnerungen gemacht hat; daher ihn lieber **Kästner** mit **Stevin** [δ]) als

α) Traité de mouvem. des eaux nach der deutsch. Uebers. Grundlehren der Hydrostatik und Hydraulik. Leipz. 172.. 8 S. 116.

β) Hydrodynamica. Sect II. §. 2.

γ) Traité de l'équilibre et au mouvement des fluides. à Paris 1744. 4. §. 1 f.

δ) Element. hydrostat. petit. 7.

als einen Satz, von dem man sich durch die Erfahrung leicht versichern kann, annimmt. **D'Alembert** so wie **Euler** a) legen bey dem Beweise dieses Satzes eine andere Erfahrung zum Grunde, die **d'Alembert** also ausdruckt: ist ein Gefäß von beliebiger Gestalt mit einer flüssigen Materie ganz angefüllt, und es wird in selbigem eine kleine Oeffnung gemacht, an welcher die Oberfläche der flüssigen Materie gedruckt wird, so pflanzt sich dieser Druck gleichförmig nach allen Richtungen und durch alle Theile der flüssigen Materie so fort, daß alle Punkte des Gefäßes nach der auf die Wände desselben senkrechten Richtung mit einer Kraft gedruckt werden, welche der an der Oeffnung druckenden Kraft gleich ist. Ob sich nun gleich aus diesem Satze, den **d'Alembert** als eine Erfahrung annimmt, alles herleiten läßt, so urtheilet doch Herr **Kästner** mit Recht, daß diese Erfahrung nicht so einleuchtend und einfach sey, wie die, daß die flüssige Materie in einem Gefäße nur alsdann in Ruhe komme, wenn die Oberfläche derselben völlig wagrecht ist. Ohne Zweifel liegt der Grund dieser Erfahrung, daß die Oberfläche der flüssigen Materie in jedem Behältnisse wagrecht sey, darin, daß die Theile der flüssigen Materie keine Reibung unter sich erleiden, daß sie folglich nicht über einander gehäufet werden können, wie etwa feste Körper oder Theile derselben.

Der übrige Bernoullische Beweis ist nach **Kästners** Darstellung auf diesen Folgesatz gegründet, daß ein jedes in einer flüssigen Materie befindliche Theilchen, wenn die flüssige Masse in Ruhe ist, nach allen möglichen Richtungen, jedoch nach jeden zwey gerade entgegengesetzten Richtungen gleich stark gedruckt werde. Das übrige, welches sich daraus folgern läßt, ist bereits unter dem Artikel, **Druck** (Th. I. S. 719.) angeführet worden. Der ganze Beweis geht bloß dahin, daß die Festigkeit der innern Wände der Röhren die Stelle des Drucks vertritt, welchen in einem vollen Gefäße die umgebende flüssige Materie ausüben würde.

 Herr

a) De l'équilibre des fluides; in den mémoir de l'Acad. roy. des scienc. de Prusse. 1755.

Herr **Zube** *) hat sich bemühet, das Gleichgewicht der flüssigen Materien auf eine andere ihm ganz eigene Art zu erklären. Er sagt, obgleich das Wasser merklich verdichtet werden könne, so widerstehe es doch aller Verdichtung, und suche sich um desto stärker nach allen Seiten hin aus zu breiten, je mehr man es verdichten wolle. Die Kraft, womit das Wasser nicht nur der Verdichtung widerstehet, sondern sich auch zugleich nach allen Seiten auszudehnen suchet, wenn man es gleich noch so unmerklich verdichtet, nennt er seine **Federkraft**. Diese äußert sich, sobald das Wasser auf irgend eine Art, es sey durch eine Presse, oder einen Hammer, oder auch durch sein Gewicht zusammengedrucket wird. In einem Gefäße (fig. 34.) af mit vertikalen Wänden, welches bis ab mit Wasser gefüllt ist, trägt jede horizontale Schicht no die Wassersäule anob, und jeder Punkt r in ihr wird also, wenn rc bis an ab geht und vertikal ist, von der Wassersäule cr gedruckt. Da nun alle Punkte in no eben so stark von oben nach unten gedruckt werden, so drucken sie auch mit derselben Kraft seitwärts auf einander und auf das Gefäß in n und o, weil sie sich durch ihre Federkraft nach allen Seiten hin gleich stark auszubreiten suchen. Aber nach unten druckt die Horizontalschicht no nicht bloß mit ihrer Federkraft, sondern auch mit ihrem eigenen Gewichte, und daher nimmt der Wasserdruck nach unten immer mehr zu.

Ginge das Gefäß nach oben enger zu, wie gdfh, oder erweiterte es sich, wie idfk, seine Achse aber ce wäre noch immer vertikal, so würde der Druck auf die Theile um r noch eben so groß bleiben als vorher. Da nun diese nicht eher ins Gleichgewicht und in Ruhe kommen, als bis sie alle Seitentheile in der horizontalen Schicht lm und pq gleich stark zusammengedrucket haben, so muß augenblicklich in dieser ganzen Schicht und in den Punkten l, m oder p, q der Druck noch eben so groß seyn, als er vorher war. Und so ist offenbar, daß in dem nach oben zu engern Gefäße der Boden

*) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II Leipz. 1793. 8. 238ter Brief S. 170 u. f.

Boden d f von einer kleinern Menge von Wasser eben so stark gedruckt wird, als im weitern Gefäße von einer größern Menge. Auch wenn die Achse c e des Gefäßes eine schiefe Lage hätte, so wird das nämliche Statt finden müssen.

Stellt man sich nun zwey vereinigte Röhren (fig. 35.) a b e g und e g d c vor, sie mögen schief oder vertikal, krumm oder gerade, gleich oder ungleich weit seyn, die mit Wasser angefüllt sind, so wird dieses in Ruhe bleiben, wenn seine Oberfläche a b und c d in einerley horizontalen Ebene a d fallen. Denn wenn man die untern horizontalen Wasserschichten mit der vertikalen Ebene e g durchschneidet, so sieht man, daß ein jeder Punkt dieser Ebene, wie f, bloß nach Verhältniß der vertikalen Höhe h f von einer Seite sowohl als auch von der andern gedruckt wird, wenn beyde Oberflächen a b und c d in einerley horizontalen Ebene liegen. Also sind beyde Drucke, der von dem Wasser in c d e g, und der von dem Wasser in a b e g, auf f und auf die ganze Ebene e g, einander gleich. Also kann sich diese gar nicht bewegen, sondern muß nebst dem Wasser beyder Gefäße in Ruhe bleiben. Stände hingegen das Wasser in beyden Gefäßen nicht gleich hoch, und in dem einen z. B. nur bis k, so daß die horizontale Ebene k i die vertikale Linie h g in i durchschnitte, so würde der Druck auf f von der einen Seite dem Gewichte der Wassersäule i f, und von der andern dem der Säule h f gleich seyn. Eben so würde ein jeder anderer Punkt in e g, außer f, stärker gegen k als gegen d gedruckt werden. Also könnte das Wasser in den Gefäßen unmöglich in Ruhe seyn, sondern es müßte sich gegen k bewegen, also in dem einen Gefäße steigen, und zugleich im andern fallen. Wenn man also durch die eine Röhre Wasser eingießet, so muß dasselbe in der andern nothwendig in die Höhe steigen, und es kann nicht eher in Ruhe kommen, bis es in beyden auf gleicher Höhe stehet, oder bis seine Oberflächen in beyden in eine und eben dieselbe horizontale Ebene fallen.

Durch die Federkraft des Wassers wird der Druck desselben auf die Gefäße ungemein vermehret. Diese Vermeh-

rung läßt sich keinesweges durch eine bloße Fortpflanzung und Veränderung in der Richtung des Drucks der Schwere erklären, sondern sie rührt von einer besondern dem Wasser eigenen, und von der Schwere verschiedenen Kraft, her. Aus dieser Ursache würde das Wasser, wenn es sich in einem Gefäße in einen festen Körper verwandeln könnte, ohne den Raum zu ändern, den es einnimmt, das Gefäß viel weniger drucken, als vorher. Denn es würde, wenn z. B. das Gefäß vertikale Wände und einen horizontalen Boden hätte, bloß den letztern so stark als vorher, d. i. mit seinem ganzen Gewichte, die Wände aber weiter gar nicht drucken, weil es alsdann durch seine eigene Schwere gar nicht verdichtet werden könnte.

Auf solche Art glaubt Herr **Hube** dasjenige aus der Federkraft bewiesen zu haben, was sich nach seiner Meinung aus dem Drucke nicht erklären lasse. Allein die vom Herrn **Hube** besondere dem Wasser eigene Kraft ist aus keiner einzigen Erfahrung zu erkennen, und es reicht unläugbar der Druck der Schwere des Wassers mit der Natur desselben zu, um alles zu erklären, was bey den communicirenden Röhren Statt findet. Herr **Hube** hat sich bloß durch Vergleichung des Drucks der festen Körper mit dem des Wassers verleiten lassen, dem Wasser eine eigene Kraft, die Federkraft, beyzulegen, weil die festen Körper keinen Seitendruck, wie das Wasser, ausüben. Allein dieß liegt, wie schon unter dem Artikel, **Druck**, ist gezeiget worden, bloß in der innern Beschaffenheit der festen und der flüssigen Körper. In den festen Körpern widerstehen die festen Theile der auf ihnen druckenden Kraft bloß wegen der Friktion an einander, so daß sie seitwärts nicht ausweichen können, welches letztere aber wirklich erfolget, wenn die druckende Kraft größer, als der Zusammenhang der Theile unter sich ist; in den flüssigen Körpern hingegen findet gar keine Reibung der Theile Statt, und es weichen daher selbige auch seitwärts aus, wenn auf sie gedruckt wird; können sie aber nicht wegen anderer Hindernisse, als z. B. wegen der Festigkeit der Wände

eines Gefäßes, seitwärts ausweichen, so pflanzen sie nun den erhaltenen Druck nach allen Richtungen bis zu den Hindernissen fort, und so werden die flüssigen Materien die Wände der Gefäße, worin sie sich befinden, nicht vermöge einer ihnen eigenen Kraft, sondern bloß vermöge der Schwere drucken, und es ist darin gar nichts ungereimtes zu suchen, daß die flüssigen Materien in Gefäßen mehr Druck ausüben, als ihr Gewicht beträgt.

Sind die Schenkel einer gebogenen Röhre gleich weit, so müßte die Flüssigkeit, welche in dem einen Schenkel steiget, in dem andern in der nämlichen Zeit eben so tief sinken, und die flüssige Materie würde in beyden Schenkeln eine gleiche Größe der Bewegung haben. Aber gleiche Größen von Bewegungen heben sich gegen einander auf, folglich kann auch die Flüssigkeit in dem einen Schenkel nicht höher als in dem andern stehen, und die Flüssigkeit würde in gleich weiten Schenkeln einer Röhre nicht eher in Ruhe kommen können, bis ihre Oberfläche in einerley wagrechten Ebene stehet. Auch dieß läßt sich bey den Schenkeln von ungleichen Weiten einer gebogenen Röhre beweisen. Gesetzt der eine Schenkel hätte eine sechs Mahl größere Grundfläche, als der andere, so wird in jenem die sechsfache Masse in eben der Zeit um einen einfachen Raum herabsinken, wenn sie in dem andern Schenkel um einen sechsfachen höhern Raum hinaufsteiget. Fällt z. B. in dem weiten Schenkel die Flüssigkeit um einen Zoll, so steigt sie in eben der Zeit in dem andern Schenkel 6 Zoll in die Höhe; demnach sind die Geschwindigkeiten in einem verkehrten Verhältnisse der Massen, und haben daher gleiche Größe der Bewegung, welche sich nun eben so, wie bey gleich weiten Schenkeln gegen einander aufheben müssen. Daraus folget, daß einerley Flüssigkeit auch in zweyen Schenkeln von ungleicher Weite nicht eher ins Gleichgewicht kommen kann, bis die Oberfläche derselben völlig in einerley horizontalen Ebene lieget. Dieß kommt mit dem Satze der Mechanik überein, daß an Geschwindigkeit alle Mahl eben so viel verloren gehet, als man an

Kraft gewinnt. Weil nun dieser Satz bey festen Körpern mit dem statischen Momente oder mit dem Maße der Bewegung des **Cartesius** zusammenhängt, so ist daraus begreiflich, wie **Mariotte** und **Wolff** auf diese Gründe den Beweis des Gesetzes der communicirenden Röhren haben bauen können, welcher aber dieserwegen fehlerhaft ist, weil dabey flüssige Materien eben so, wie feste Körper behandelt werden.

Außerdem beweiset auch das Gesetz der communicirenden Röhren unläugbar, daß auch nicht die geringste Reibung der Theile der flüssigen Materie Statt findet; denn sonst müßte einmahl eine Höhe der Röhre gefunden werden können, bey welcher eine sehr kleine Quantität der Flüssigkeit in die engere Röhre gegossen die in der weitern nicht aus seiner Lage verrucken würde; mithin müßte die Flüssigkeit in der engern Röhre höher stehen, als in der weitern, weil die untern Theile bey einem so großen Drucke derselben unter einander nicht mehr durch eine so kleine bewegende Kraft, als das Gewicht der geringen Flüssigkeit ist, verschoben werden könnten.

Wenn mit dem Boden (fig. 32.) des Gefäßes abcf noch eine kurze Seitenröhre bged so verbunden ist, daß aus jenem Wasser in diese treten kann, so wird das Wasser aus der Oeffnung de der Röhre auslaufen. Wäre die Oeffnung de mit einer Platte, die in der Mitte ein kleines Loch hat, verschlossen, so wird auch das Wasser aus diesem kleinen Loche in die Höhe springen müssen und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche der Höhe ei zugehöret, wenn nicht andere Hindernisse vorhanden wären, welche diese Geschwindigkeiten verminderten. Dergleichen sind aber jederzeit vorhanden. Nicht allein das Anhängen der Wassertheilchen an dem innern Umfange der Oeffnung und der Widerstand der Luft verzögern die Bewegung, sondern auch selbst die Wassertheile, welche mit abnehmender Geschwindigkeit in die Höhe steigen, verursachen, daß die unmittelbar darauf folgenden etwas aufgehalten werden. Sobald die ersten Wassertheilchen ihre größte Höhe erreichet haben, so würden sie vertikal

vertikal wieder herabfallen, wenn dieß nicht das beständig nachfolgende Wasser verhinderte, und die in der größten Höhe befindlichen Theilchen gleichsam einen Augenblick trüge, ehe sie seitwärts ausweichen. Auch alsdann muß die Höhe des Wasserstrahls merklich vermindert werden, wenn ge nicht so nahe bey dem Gefäße, sondern in einer beträchtlichen Entfernung davon aufwärts gebogen ist. Denn alsdann ist das Anhängen des Wassers an der innern Fläche der Röhre ziemlich groß. M. s. **Springbrunnen.**

Wenn in zweyen Schenkeln einer gebogenen Röhre zwey flüssige Materien von verschiedenem specifischen Gewichte, die sich nicht gern mit einander vermischen, z. B. Quecksilber und Wasser, enthalten sind, so können auch die Oberflächen beyder flüssigen Materien nicht in einerley Horizontalebene liegen, wenn sie in Ruhe sind. Wenn nämlich in dem Raume (fig. 33.) c m g h e d eine von den flüssigen Materien befindlich ist, so ist für sich klar, daß h g mit c d nicht in einerley Ebene liegen könne, weil c d einen Druck von der flüssigen Materie leidet, welche den Raum a b d c ausfüllt. Wenn nun c d und e f in einerley wagrechten Ebene liegen, so ist die flüssige Materie in dem Raume c m f d e für sich im Gleichgewichte. Nun leidet c d von der über ihr stehenden Materie c a b d einen Druck, welcher dem Gewichte der Säule a c d b gleich ist. Eben so leidet auch e f einen Druck, welcher dem Gewichte der Säule e h g f gleich ist. Setzt man das specifische Gewicht der flüssigen Materie in $acdb = \beta$, und das specifische Gewicht der Materie in $hefg = \gamma$, so ist jener Druck gegen $cd = cd . ib . \beta$ und dieser gegen $ef = ef . kh . \gamma$. Im Falle des Gleichgewichtes ist nun $cd . ib . \beta : ef . kh . \gamma = cd : ef$, oder $ib . \beta : kh . \gamma = 1 : 1$, folglich $ib . \beta = kh . \gamma$, oder $ib : kh = \gamma : \beta$, d. h. **die Höhen der Oberflächen über der Horizontalebene cf verhalten sich umgekehrt, wie die specifischen Gewichte der flüssigen Materien.** Darauf gründet sich eine Methode, die specifischen

Gewichte

Gewichte solcher Flüssigkeiten, die sich nicht mit einander vermischen, zu untersuchen. M. s. **Schwere, specifische.**

Ist einer von den beyden Schenkeln der gebogenen Röhre ein Haarrohr, so steht auch das Wasser in diesem etwas höher, und das Quecksilber etwas niedriger. Wären beyde Haarröhrchen von ungleichen Durchmessern, so steht das Wasser in der engern Röhre höher als in der weitern. Der Grund dieser Ausnahmen von dem allgemeinen Gesetze der communicirenden Röhren ist unter dem Artikel, **Haarröhren**, angegeben worden.

M. s. **Kästner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Hydrostatik §. 6 u. f.

Roheisen s. **Eisen.**

Rolle, Scheibe (trochlea, poulie) ist eine kreisrunde Scheibe von einem festen Körper, welche sich in ihrem Mittelpunkte um eine Achse frey herumdrehen, sonst aber nicht ausweichen kann. Soll mittelst der Rolle eine Last durch angebrachte Kraft fortgezogen werden, so muß am äußersten Umfange derselben ein Einschnitt befindlich seyn, worin man eine biegsame Schnur legen kann, an deren einem Ende die angebrachte Kraft die an dem andern Ende derselben angebrachte Last fort zu ziehen im Stande ist. Die Achse selbst, um welche sich die Scheibe drehet, und daher in einer Hülse, oder der so genannten **Flasche**, dem **Kloben**, befestiget seyn muß, heißt der **Polzen** (goujon, tourtillon). Der Kloben wird nunmehr entweder vermittelst eines Hakens oder sonst etwas an einem gewissen Orte befestiget, an welchem die Rolle bey der Umdrehung beständig verbleiben muß, oder es hängt die Last an der Flasche selbst, und wird zugleich mit der Rolle fort beweget, da alsdann im ersten Falle die Rolle eine **unbewegliche**, und im zweyten eine **bewegliche** genannt wird.

Wird über die unbewegliche Rolle (fig. 36.) eine biegsame Schnur geleget, und man befestiget an beyden Enden derselben zwey gleiche Gewichte $p = q$, welche nach ihren ursprünglichen Richtungen in der Ebene der Rolle ziehen, folglich

folglich selbige auf entgegengesetzte Art zu drehen streben, so müssen sie einander das Gleichgewicht halten. Es berühret nämlich das Seil die Rolle in den Punkten a und b, und es ist eben so viel, als wären die Gewichte p und q unmittelbar in den Punkten a und b angebracht, und als wenn selbige an dem geradlinichten Hebel a b nach ihren ursprünglichen Richtungen zögen, in dessen Mitte der Ruhepunkt c sich befände. Das nämliche findet auch Statt, wenn p nach der Richtung d p parallel mit a b wirkt; denn in diesem Falle ist es eben so viel, als wenn auf dem gleichförmigen Winkelhebel d c b die beyden Kräfte p und q nach den Richtungen, die auf den Hebelsarmen senkrecht sind, wirkten. Ueberhaupt wird bey jeder Richtung der Kraft das Seil eine Tangente der Scheibe, und eine Perpendikularlinie aus dem Ruhepunkte darauf, wie c d, ist ein Halbmesser der Scheibe. Es sey ein Seil (fig. 37.) a b c d in dem Punkte a etwa an einem hinlänglich festen Haken gebunden, und über die unbewegliche Rolle gelegt, so daß der Punkt a in der Ebene der Rolle liegt, und es ziehe in d ein Gewicht, so ist die eigentliche Richtung des Gewichtes vertikal; allein der Punkt a muß nach der Richtung a b eine eben so große Gewalt leiden, als er ausstehen würde, wenn der Faden mit dem Gewichte frey, ohne über die Rolle geführet zu seyn, herabhinge. Der nämliche Erfolg wird Statt haben, wenn gleich die Kraft nach der Richtung (fig 38) c e ziehet; der Punkt a muß nämlich eben so viele Gewalt ausstehen, als die Kraft anwendet, die Rolle um den Polzen zu drehen. Man kann also mittelst einer unbeweglichen Rolle es dahin bringen, daß ein Gewicht nach jeder verlangten Richtung so stark ziehen müsse, als es nach ihrer ursprünglichen Richtung ziehen würde. Man sieht hieraus, daß die unbewegliche Rolle keinen Vortheil an der Kraft gewähret, indem die Kraft jederzeit der Last gleich seyn muß, wenn sie die letztere halten soll; mithin wird auch dabey eine noch etwas größere Kraft, als die Last ist, erfordert, wenn diese wirklich fortgezogen werden soll. Gleichwohl ist die Anwen-

dung

dung der unbeweglichen Rollen in vielen Fällen sehr nützlich, weil man durch Hülfe ihrer die angebrachte Kraft nach mancherley Richtungen kann wirken lassen. So können z. B. Menschen am meisten ausrichten, wenn sie am Seile von oben herab ziehen, Gewichte ziehen bloß von oben herab, und Zugthiere vermögen am meisten, wenn sie nach horizontaler Richtung wirken. Um also eine Last q durch solche Kräfte zu erheben, führet man das Seil, woran sie hängt, über eine feste unbewegliche Rolle, damit Menschen oder Gewichte nach der Richtung ap ziehen, und Zugthiere nach der Richtung dp wirken können. Hierbey ist nun der Weg der Last dem Wege der Kraft gleich. Wenn daher auch an der Kraft gewonnen wird, so geht doch auch am Raume oder an der Geschwindigkeit nichts verloren.

Bey der beweglichen Rolle ist das Seil (fig. 39.) peda über ihr in dem Punkte a befestiget, und nach der Richtung ep ziehet die Kraft p lothrecht hinauf. Diese Kraft zieht die Last q mit der Rolle zugleich in die Höhe, und es muß daher das Gewicht der Rolle mit zur Last gerechnet werden. Wenn hierbey die Seile da und ep mit der Richtung der Last parallel sind, so ist es eben so viel, als wenn in d ein Widerstand angebracht wäre, in c die Last q sich befände, und die Kraft p nach der vertikalen Richtung ep in die Höhe zöge. Fürs Gleichgewicht muß also q : p = de : dc, folglich $p = \frac{1}{2} q$ seyn, weil de = 2dc ist. Hier kann man also an der Kraft Vortheil erlangen, dagegen verliert man aber eben so viel an Raum. Denn wenn die Last q mit der Rolle um 1 Fuß gehoben werden soll, so müssen die Seile da und ep jedes um 1 Fuß kürzer werden. Es muß daher das ganze Seil um 2 Fuß weiter ausgezogen werden, und die Kraft p, welche beständig am Ende desselben wirkt, muß um zwey Fuß fortgehen, so oft q um einen Fuß gehoben werden soll. Würde man das Ende a des Seiles an den Haken (fig. 40.) a einer Flasche befestigen, und das Seil selbst über die unbewegliche Rolle f führen, so würde die Kraft p in jeder Richtung mit der Last q das Gleich-

gewicht

gewicht halten, wenn nur die durch das Gewicht gespannten Seile da und eg mit einander parallel bleiben. Allein in dieser Lage bleiben sie nicht vollkommen parallel, deßwegen müßte eigentlich die Kraft p etwas größer als die Hälfte des Gewichtes q seyn, um das Gleichgewicht mit q zu halten. Je weiter aber die untere Rolle von der unbeweglichen entfernet ist, desto weniger weichen die Seile von der parallelen Lage ab, und man kann ohne merklichen Fehler annehmen, daß das Verhältniß der Kraft p zur Last q bey einer solchen Verbindung der Rollen dem Verhältnisse 1:2 gleich sey.

Wenn die Richtungen (fig. 41.) da und ep mit der Richtung der Last nicht parallel sind, so verlängere man die Richtungslinien da und ep so weit, bis sie sich in dem Punkte c schneiden. Weil nun der Punkt a gerade so viel Widerstand aushalten muß, als die Kraft p ziehet, so kann man in dem Punkte d eine Kraft r = p anbringen, welche nach der Richtung da ziehet, und statt des Widerstandes in a dienet; und es ist alsdann eben so viel, als wenn unmittelbar in dem Punkte c zwey gleiche Kräfte r und p nach den Richtungen cd und ce wirkten. Demnach muß cf die mittlere Richtung beyder Kräfte, und die Kraft q die mittlere Kraft selbst seyn, welche mit den beyden Seitenkräften p und r das Gleichgewicht halten soll. Zieht man nun die Halbmesser df und ef, so ist das Dreyeck dfc = cfe, und daher dk = ½ de. Zieht man ferner durch den Mittelpunkt f die Linien fg mit ce und fh mit ac parallel, so wird auch fc durch gh in i senkrecht halbiret. Nun ist das Dreyeck ihc ∽ cek ∽ ekf; mithin hat man hc:ci = ef:ek, und daher auch hc:cf = ef:ed. Weil ferner fürs Gleichgewicht p:q = hc:ef, so ist auch r:q = ef:ed, d. h. die Kraft p erhält die Last q im Gleichgewichte, wenn sich die Kraft p zur Last q verhält wie der Halbmesser der beweglichen Rolle zur Sehne desjenigen Bogens, welchen das Seil um die Rolle umfasset. In dem Dreyecke fke hat man endlich fe:ek = 1:sin. kfe, mithin auch fe:de = 1:2 sin. kfe, und daher r:q = 1:2 sin. kfe. Da nun

sin.

sin. kfe allemahl kleiner als der ganze Sinus oder als r, so ist in diesem Falle die Last, welcher eine Kraft p das Gleichgewicht hält, nicht völlig doppelt so groß, als die Kraft; folglich wirkt die Kraft mehr, wenn die Seile parallel sind, als wenn sie schiefe Winkel mit einander machen.

Ist kfe = 30°, so ist 2 sin. kfe = 1, folglich die Last der Kraft gleich; in diesem Falle hört also der Vortheil der Kraft bey der beweglichen Rolle auf. Wird der Winkel kfe noch kleiner, so muß sogar die Kraft noch größer als die zu erhebende Last seyn, um mit ihr das Gleichgewicht zu halten.

Wenn man die Kraft vermittelst der Rollen noch mehr verstärken will, als im Verhältnisse 1 : 2, so müssen alsdann mehr als zwey Rollen mit einander zusammengeordnet werden. Von dergleichen Zusammenordnungen handeln die Artikel, **Flaschenzug, Kloben.**

Die bisher angegebene Theorie der Rollen leidet in der Ausübung einige Ausnahme. Drehet sich nämlich eine Rolle um den Polzen, so entstehet eine Friktion zwischen der Oberfläche des Polzens und der inwendigen Fläche der durch die Rolle gebohrten Oeffnung, obgleich sonst die Friktion bey den Rollen viel unbeträchtlicher ist, als bey vielen andern Maschinen. Es ist daher eben so viel, als wenn an dem Umfange der Oeffnung noch eine Last nach einer der Kraft entgegengesetzten Richtung angebracht wäre. Das Moment dieser Last wird desto geringer seyn, je näher sie dem Mittelpunkt der Rolle ist. Daher wird es vortheilhaft seyn, die Polzen so dünne als möglich zu verfertigen, oder, um selbigen die nöthige Festigkeit zu lassen, die Rollen selbst zu vergrößern, und dadurch der Kraft mehr Entfernung vom Mittelpunkte und daher ein größeres Moment zu verschaffen. Ob nun gleich durch Vergrößerung der Rolle auch zugleich ihr Gewicht, mithin selbst die Friktion gegen den Polzen vergrößert wird, so ist doch diese Vermehrung des Gewichtes so beträchtlich nicht, und es behalten daher immer größere Rollen vor den kleinern einen Vorzug. **Brisson** räth an,

den

den Polzen so in die Rolle zu befestigen, daß er sich zugleich mit der Rolle umdrehe. Durch diese Einrichtung würde man bloß eine Friktion, wie beym Rad an der Welle, in den Zapfenlöchern der Hülse, worin die Rolle ruhet, verursachen, und zugleich das Ausschleifen der Scheibe an dem innern Umfange des Lochs, welches ihren Gang ungleich macht, verhüten.

Ein noch größeres Hinderniß in der Bewegung der Rollen, als die Friktion, ist die Steifigkeit der Seile, besonders bey dem Gebrauche etwas kleiner Rollen. Die Größen des dadurch verursachten Widerstandes nach den Versuchen **Amonton's** und **Nollet's** sind bereits unter dem Artikel, **Biegsamkeit** (Th. I. S. 367.) angeführet worden.

M. s. **Kästner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Stat. und Mechan. §. 87 u. f. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. III. Statik. Abschnitt VI.

Rost (rubigo, ferrugo, rouille). Unter diesem Nahmen versteht man den Kalk aller unedlen Metalle, in welchen sich diese an der freyen besonders feuchten Luft früher oder später verwandeln. Wenn nämlich die unedlen Metalle der freyen Luft eine Zeit lang ausgesetzet sind, so werden sie unscheinbar oder laufen an, und diese Erscheinung ist ein wahres Verkalken dieser Metalle, welches eben das **Rosten** derselben genannt wird. Es muß daher das Rosten der Metalle einerley Ursache mit dem Verkalken derselben zum Grunde haben. M. s. **Kalke, metallische.** Indessen ist es sehr wahrscheinlich, daß an dieser Erscheinung die Feuchtigkeit der Atmosphäre eben so vielen Antheil habe, als die dephlogistisirte Luft derselben. Der Rost ist oft ein sehr vollkommener Metallkalk, und gewöhnlich auch mit Kohlensäure aus der Atmosphäre verbunden. Durch die zusammenhängende Kruste, welche dieser Rost bildet, kann er selbst zum Schutze des noch übrigen darunter liegenden regulinischen Metalles dienen, indem er den fernern Zutritt der Feuchtigkeit und Lebensluft hindert.

Der Nahme **Rost** ist insbesondere beym Eisen und Stahl am gewöhnlichsten. Der Rost des Eisens ist ein gelber unvollkommener Eisenkalk (Eisenhalbsäure), mit welcher jederzeit noch etwas Kohlensäure verbunden ist, weil alles Eisen mehr oder weniger Kohlenstoff enthält. Das Rosten des Eisens und des Stahls wird durchs Bestreichen mit Fettigkeiten verhütet. Dazu hat **Homberg** eine eigene Salbe vorgeschlagen, welche aus Schweinfett und etwas Kampher bestehet, welche zusammengeschmolzen mit gestoßener Kreide vermischt, und damit das warm gemachte Eisen oder Stahl bestrichen werden.

Die Metallspiegel an den Spiegelteleskopen müssen besonders sehr wohl vor Feuchtigkeit geschützet, und besonders bey abwechselnder Kälte und Wärme oft abgetrocknet werden, damit sie nicht rosten. Dieses leichten Rostens wegen hat man daher in den neuern Zeiten zu den Spiegeln der Teleskope statt der unedlen Metalle lieber das Platinum gewählet, welches an der feuchten Luft nicht rostet.

Ruhe (quies, repos) ist die Beharrlichkeit eines Körpers an demselben Orte. Man muß hier aber die Begriffe, an demselben Orte in Beharrlichkeit seyn, und darin beharren, wohl unterscheiden. Denn wenn ein Körper durch eine auf sie wirkende äußere Kraft beweget wird, so kann seine Bewegung durch mancherley Hindernisse nach und nach vermindert und endlich ganz aufgehoben werden, so daß er in Beharrlichkeit an einem Orte, d. h. in Ruhe versetzet wird; allein daraus kann man noch nicht folgern, daß er auch an diesem Orte beharren müsse. Wenn z. B. ein Körper lothrecht in die Höhe geworfen wird, so entzieht ihm die entgegenwirkende Schwere zuletzt seine Bewegung ganz, und dann wird er zur Ruhe gekommen seyn; wäre nun in dem Augenblicke an dieser Stelle kein Hinderniß vorhanden, welches ihn an diesem Orte zu bleiben zwänge, so würde er auch von dem Augenblicke an durch die stete Einwirkung der Schwere sich wieder senkrecht herabbewegen, und folglich an diesem Orte nicht beharren. Man kann daher Ruhe nicht

nicht als Mangel aller Bewegung erklären, wie es sonst wohl gewöhnlich ist.

Der Ort eines Körpers wird bloß aus der Beziehung der äußern Dinge gegen einander bestimmt, und man nimmt daher nur da Ruhe an, wo keine Veränderung in Ansehung der Lage dieser Körper gegen einander wahrgenommen wird. Dieß ist aber beynahe allemahl nur Schein, und die Körper, welche wir als ruhend betrachten, sind wirklich Bewegungen unterworfen, welche nur nicht sogleich bemerkbar sind, sondern erst durch Schlüsse gefolgert werden. Nehmen wir z. B. eine Stelle auf der Oberfläche unserer Erde an, so stellen wir uns diese als ruhend, die übrigen Himmelskörper aber als bewegend vor. Gleichwohl lehret die Astronomie, daß sich vielmehr die Erde um ihre Achse drehe, mithin diese Stelle auf der Erdfläche wirklich beweget werde, so daß die Bewegung der Himmelskörper bloßer Schein ist.

Es muß daher **absolute Ruhe** von **relativer Ruhe** unterschieden werden. **Absolute Ruhe** würde die Beharrlichkeit an derselben Stelle in Beziehung auf den ganzen Weltraum seyn; **relative Bewegung** hingegen die Beharrlichkeit an demselben Orte in Beziehung gegen einen oder mehrere andere Körper. Die Astronomie zeiget nun, daß unsere Erde mit ihrer Atmosphäre in einer steten Bewegung, und wahrscheinlich alle übrige Himmelskörper einer ähnlichen Bewegung unterworfen sind. Daher gibt es eigentlich gar keine absolute Ruhe, und alles, was wir für ruhend halten, ist bloß in relativer Ruhe gegen uns oder gegen andere umgebende Körper.

Gleichwohl müssen wir doch oft Körper als absolut ruhend annehmen. Wenn z. B. ein Schiff in vollem Segeln ist, so ist auch allen darauf befindlichen Körpern gar bald die nämliche Bewegung mitgetheilet worden, und diese Körper befinden sich in relativer Ruhe gegen einander. Sollten nun auf selbigem Bewegungen einzelner Körper durch Kräfte vorgenommen werden, so können diese nicht anders erfolgen, als ob alles in absoluter Ruhe wäre. Eben so hat die Be-

wegung der Erde um die Sonne und um ihre Achse aller Materie auf der Erde die nämliche Bewegung mitgetheilet, so daß bey den Bewegungen einzelner Körper, wie beym Fall, Stoß, Wurf u. dergl. gar keine Rücksicht darauf genommen werden kann. Es muß demnach in einem solchen Falle die Erde mit allen darauf befindlichen Körpern, welche ihre Lage unter einander und gegen die Oberfläche der Erde nicht ändern, als **absolut ruhend** angenommen werden. Hierdurch lernt man freylich nur relative Bewegungen kennen, aber absolute Bewegung ist eigentlich auch unmöglich. M. s. **Bewegung**.

Weil jeder Körper zu seiner Bewegung eine Ursache voraussetzet, so muß er natürlich so lange in Ruhe verbleiben, so lange entweder gar keine äußere Kraft auf ihn wirkt, oder mehrere Kräfte an selbigen so angebracht sind, daß sie sich alle in ihrer Wirkung gegen einander aufheben. Es ist daher nicht nöthig, wie man sonst wohl glaubte, einem jeden Körper eine eigene zur Ruhe erforderliche Kraft unter dem Nahmen der Trägheitskraft beyzulegen; denn sobald der Körper entweder aus Mangel der ihm von außenher eingedruckten Kraft oder durch Aufhebung mehrerer auf selbigen wirkenden Kräfte sich nicht mehr bewegen kann, so muß er schon vermöge seiner Trägheit in Ruhe verbleiben, und darin so lange beharren, bis ihn irgend eine Kraft in Bewegung setzet. Sobald also ein Körper sich zu bewegen anfängt, kann man mit Sicherheit schließen, daß eine Kraft auf ihn gewirket habe. Weil nun hierdurch die angewandte Kraft entweder ganz oder zum Theil aufgehoben wird, so stellen sich die Atomistiker vor, daß dadurch bloß die Trägheit des Körpers überwunden werde. Denn die Aufhebung der Kraft oder des Theils, welcher gewirket habe, folge schon natürlich daraus, daß die Wirkung erfolget sey; daher auch die darauf verwendete Ursache nun nichts weiter bewirken könne. Allein es bleibt dabey die Möglichkeit, wie die Kraft auf den Körper wirken konnte, ohne in ihm dynamische Kräfte anzunehmen, unbegreiflich. M. s. **Gegenwirkung**. Wirken

ken daher gleich mechanische Kräfte auf irgend einen ruhenden Körper, so muß man doch in diesem dynamische Kräfte annehmen; denn eine jede Materie erfüllt ihren Raum nur durch eine Wechselwirkung entgegengesetzter Kräfte; daß sie aber eben denselben bestimmten Raum mit Beharrlichkeit erfüllen, kann nicht erkläret werden, ohne jene Kräfte als in jedem Moment gleich thätig anzunehmen, woraus zugleich erhellet, daß absolute Ruhe nichts reelles ist. Es ruht daher der Körper in Rücksicht auf diesen bestimmten Zustand der Materie; so lange dieser Zustand fortdauert, z. B. als fester oder flüssiger Körper, werden die bewegenden Kräfte den Raum mit gleicher Quantität, d. h. sie werden denselben Raum erfüllen, und in so fern wird der Körper zu ruhen scheinen, obgleich, daß dieser Raum continuirlich erfüllt wird, nur aus einer continuirlichen Bewegung erklärbar ist.

Ruhepunkt, Mittelpunkt der Bewegung (punctum fixum, centrum motus, point d'appui, point fixe, centre de mouvement). Unter diesem Nahmen begreift man bey den einfachen Maschinen diejenige Stelle, welche bey der Bewegung derselben in Ruhe bleibt, um die sich also die ganze Maschine drehen läßt. Dasjenige, was diese Stelle hält, damit sie nicht ausweichen kann, wird der **Ruhepunkt** oder das **Hypomochlion** genannt. Bisweilen heißt aber auch diese Stelle selbst das Hypomochlion.

Es ist diese Stelle, welche unterstützet wird, nur beym mathematischen Hebel ein wahrer Ruhepunkt; bey dem physischen Hebel hingegen und bey den andern einfachen Maschinen erfolget die Umdrehung derselben theils um eine gerade Linie theils selbst um einen Körper, wie z B. bey dem Rade an der Welle die Achse, bey der Rolle der Polzen. Eine solche gerade Linie oder ein solcher Körper erfordert an beyden Enden eine Unterstützung, damit nichts ausweichen könne, wie z. B. bey der Welle eines Rades die Zapfenlager, bey der Rolle der Kloben, in welchem der Polzen fest stecket u. s. f. Um die Wirkungen der Maschinen aus

mathematischen Gründen zu erweisen, kann man die Richtunge beyder an selbigen angebrachten Kräfte so annehmen, als ob sie in einerley Ebene sich befänden, da alsdann auch derjenige Punkt der Achse, welcher in diese Ebene fällt, als unterstützt betrachtet werden kann. Alles dieß findet auch Statt, wenn gleich die Richtungen der Kräfte nebst der Unterstützung in verschiedenen Ebenen liegen. Es gibt daher in der Theorie allemahl einen Punkt, um welchen sich die Maschine drehet.

Wenn an der Achse zwey verschiedene Stellen unterstützet werden müssen, so werden auch die beyden Unterlagen nach den verschiedenen Entfernungen vom Ruhepunkte verschiedentlich gedruckt werden. Wäre z. B. (fig. 15.) der Ruhepunkt von dem Ende b drey Mahl so weit als vom Ende a entfernet, so würde die Stütze bey b nur den 4ten Theil von der ganzen Last, und die Stütze bey a $\frac{3}{4}$ Theile derselben zu tragen haben, wie nach der Theorie des Hebels erfordert wird. M. s. **Hebel**. Weil nun überhaupt bey einer jeden Maschine der Schwerpunkt derselben als Unterstützungspunkt, und folglich als Ruhepunkt derselben betrachtet werden kann, so läßt sich hiernach auch finden, wie viel eine jede Stütze von dem Gewichte der ganzen Maschine mit der daran befindlichen Last und Kraft auszustehen habe.

Rückläufig, Rückgängig (retrogradus, retrograde) heißt die eigene Bewegung eines Planeten oder Kometen, welche der Ordnung der himmlischen Zeichen entgegen zu seyn, und folglich dem Beobachter in der nördlichen Halbkugel der Erde von Morgen gegen Abend oder von der Linken gegen die Rechte zu erfolgen scheinet. M. s. **Folge der Zeichen**. Die rückläufige Bewegung ist der rechtläufigen entgegengesetzet. M. s. **Rechtläufig**.

Die Sonne und der Mond bewegen sich jederzeit nach der Ordnung der Zeichen, und es findet daher bey diesen keine rückgängige Bewegung Statt. Was aber die Planeten betrifft, so zeigen die obern zur Zeit der Opposition mit der Sonne und die untern zur Zeit der untern Conjunktion mit

mit der Sonne eine rückgängige Bewegung. Diese Bewegung wird in denen Weltsystemen, welche die Erde als ruhend annehmen, als wirkliche Bewegung angesehen. Allein nach dem Copernikanischen Systeme wird sie weit natürlicher für scheinbar gehalten, indem sie uns, da die Erde sich fortbeweget, wirklich so erscheinen muß. Die wahren Bewegungen der Planeten sind dabey allemahl rechtläufig. Unter den bekannten Kometen gibt es einige, deren Bewegung wirklich rückgängig ist. Was die Nebenplaneten betrifft, so bewegen sie sich alle rechtläufig um die Hauptplaneten; ihre Bewegung erscheinet uns aber rückläufig, wenn sie zwischen den Hauptplaneten und der Erde hindurch gehen.

Auch gibt man den Planeten selbst während der rückgängigen Bewegung das Beywort **rückläufig**. So sagt man, Saturn sey 136 Tage, Jupiter 100 Tage, Mars 45 Tage lang rückläufig.

Rückschlag, Nachschlag des Blitzes (fulmen revertens s. retrogradum, coup de foudre en retour, choc électrique en retour). Wenn durch eine schnelle Zerstörung eines elektrischen Wirkungskreises die ungleich vertheilte Elektricität der benachbarten Körper plötzlich in ihr Gleichgewicht zurückkehret, so kann dadurch außer dem elektrischen Hauptschlage, welcher den Wirkungskreis selbst zernichtet, noch ein zweyter Schlag in der Entfernung veranlasset werden, welcher eben den Nahmen eines **Rückschlages** oder **Nachschlages** erhalten hat.

Wenn man zwey isolirte Körper A und B nicht weit von einander in einerley Richtung mit dem elektrisirten Körper B so stellet, daß sich A gerade außerhalb der Schlagweite von B befindet, so wird der Körper A vermöge des Wirkungskreises von B die entgegengesetzte Elektricität von der des Körpers B, der Körper D hingegen die nämliche Elektricität, welche B besitzet, erhalten; doch kann sich diese Wirkung nicht ereignen, wofern nicht ein oder mehrere Funken zwischen A und D entstehen. Entfernt man nun den elektrisirten Körper B, oder entzieht ihm seine Elektricität, so wird

sich ein neuer Funken zwischen A und D zeigen, wodurch beyde Körper wieder in ihren ursprünglichen unelektrisirten Zustand werden versetzet werden. Eben dieser Funke ist nun der **Rückschlag**. Besaß der elektrisirte Körper + E, so wurde das + E des Körpers A durch den Wirkungskreis von B zurückgestoßen, und nun durch Funken dem Körper D mitgetheilet; wird nun dem Körper B seine Elektricität entzogen, so sättiget sich das — E des Körpers A mit dem + E des Körpers D, und es entsteht der Rückschlag. Eben so begreiflich ist es auch, wenn der elektrisirte Körper B — E besitzet.

Uebrigens ist leicht zu begreifen, daß der Rückschlag desto stärker seyn muß, je größer die Menge der elektrischen Materie in dem elektrisirten Körper B ist, und je schneller ihre Zersetzung erfolget.

Was nun von den Körpern A und D gesaget worden, muß natürlich auch von vielen gelten, von welchen einige oder die meisten isolirt seyn können, oder nicht, wie sich dieß leicht begreifen läßt. Steht nämlich ein Leiter, der im Wirkungskreise einer stark elektrisirten Wolke sich befindet, mit der Erde in einer unvollkommenen Verbindung, so läßt sich die Vorstellung machen, daß jener einen starken Schlag veranlassen kann, welcher von dem Hauptschlage durchs Entladen der Wolke verschieden ist. Noch stärker kann ein solcher Rückschlag auf diese Art erfolgen. Man nehme an, eine Wolke dehne sich sehr weit in die Länge aus, so daß sie in der Mitte etwas auswärts gekrümmt ist, und ihre beyden Enden der Oberfläche der Erde näher als die übrigen Theile stehen. Unter jedem Ende dieser Wolke befindet sich ein erhabener Körper. Ist nun die Gewitterwolke stark positiv elektrisiret, so werden jene beyden Körper durch den Wirkungskreis der Wolke eine starke negative Elektricität erhalten. Nähert sich nun die Wolke mit dem einen Ende dem darunter befindlichen Körper bis zur Schlagweite, so wird sie dadurch ihrer Elektricität und ihres Wirkungskreises plötzlich beraubet. Daher muß der Körper am andern Ende der

Wolke seine negative Elektricität eben so plötzlich verlieren, oder sich mit der positiven Elektricität aus der Erde sättigen, welches bey einer unvollkommenen Verbindung nicht ohne starke Erschütterung erfolgen kann.

Mylord Mahon (Graf Stanhope) α) hat alles dieß durch mannigfaltige und lehrreiche Versuche, welche an und für sich den Gesetzen der Elektricität vollkommen gemäß sind, und die man kurz im Gothaischen Magazin β) angezeigt findet, bestätiget. Allein seine Anwendungen, welche er auf die Wolken und Wetterschläge macht, hat Herr **Reimarus** γ) mit erheblichen Gründen bestritten.

Nach des Grafen **Stanhope** Vorstellung kann auch ein Rückschlag aus eben derselben Wolke, welche den Hauptschlag gibt, und zwar aus ihrem andern Ende entstehen. Herr **Reimarus** erinnert aber dagegen, durch die Entladung der Wolke werde sie entweder sogleich mit der Erde zum Gleichgewichte gebracht, oder doch wenigstens diesem Gleichgewichte genähert, und dieß nicht etwa an einem Ende der Wolke, sondern in allen Theilen derselben; durchs Entladen entstehe in keinem Theile derselben eine entgegengesetzte Elektricität; es sey daher auch an ihrem andern Ende keine Veranlassung zu einem Rückschlage vorhanden. Man setze, die Wolke habe vor der Entladung + E, so wird sie durch die Entladung entweder o E oder ein viel schwächeres + E, nie aber am andern Ende ein — E erhalten; auch wird die in dem Wirkungskreise derselben befindliche Erdfläche durch den Schlag nicht + E erlangen, sondern sie kann nur so viel schwächer — E werden, als die Wolke schwächer + E geworden ist, und die folgenden Entladun-

 gen,

α) Principles of electricity. Lond. 1779. 4. principes d'électricité par *Milord Mahon*, traduit de l'Anglois par l'Abb. N.. à Londres 1781. 8. Lord Mahon's Grundsätze der Elektricität; a. d. Engl. mit Anmerk. von J. F. Seeger. Leipz. 1789. 8.

β) Gothaisch. Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. VI. St. 4. S. 122 u. f.

γ) Neuere Bemerkungen vom Blitze. Hamburg 1794. gr. 8. §. 78 f. S. 176.

gen, es sey aus diesem oder aus jenem Ende, werden von einerlen Art mit den vorhergehenden seyn.

Wenn ein Rückschlag erfolgen soll, so muß auch jederzeit vorausgesetzet werden, daß ein Körper in dem Wirkungskreise eines elektrisirten Körpers, aber doch außerhalb der Schlagweite sich befinde; überdem muß schon dieser Körper etwas von seiner Elektricität von der andern Seite abgegeben haben, damit er nach der plötzlichen Zernichtung des Wirkungskreises sich nicht mehr im natürlichen Gleichgewichte befinde. Wäre vorher von seiner Elektricität nichts verloren gegangen, so wird nach Entfernung des elektrisirten Körpers oder seines Wirkungskreises das natürliche E sich wieder in der Masse gleichförmig vertheilen. Dieß zeiget sich auch in den Versuchen des Grafen **Stanhope**; der Körper, welcher den Rückschlag gab, hatte allemahl vorher durch ausfahrende Funken, durch eine nahe Spitze, durch andere nahe Körper u. s. w. etwas von seiner eigenen Elektricität verloren; und überhaupt zeigen die Versuche, daß kein Rückschlag anders entstehen könne, als aus einem besondern Körper.

Es können also durch Wetterwolken bloß Rückschläge aus einer abgesonderten Zwischenwolke erfolgen, die zwar in dem Wirkungskreise der erstern, aber doch weiter als die Schlagweite davon entfernet ist; überdem müssen von dieser Zwischenwolke, noch ehe die Entladung der Hauptwolke erfolget, während ihrer Gegenladung schon kleine Schläge oder wenigstens allmählige Ausflüsse durch Wetterleuchten vorhergegangen seyn; auch muß die Zwischenwolke der Erde weit näher gekommen seyn, um einen Rückschlag zu erhalten, als zur Schlagweite der Hauptwolke erforderlich ist. Eine Ausladung, welche aus der Hauptwolke durch die Zwischenwolke zur Erde hingeht, gehört nicht hierher, und ist von andern Schlägen nur durch die unterbrochene Leitung verschieden.

Aus diesem angeführten erhellet, daß ein Rückschlag weit seltener sich ereignen kann, als es nach des Grafen **Stanhope** Aeußerungen zu erwarten wäre; daß ferner ein Rückschlag

schlag in eben derselben Wolke, aus welcher der Bliß herausgefahren ist, gar nicht entstehen kann, mithin die Vorstellung, daß ein Bliß, wenn er keine vollkommene Ableitung finde, wieder aufwärts fahren könne, ganz ungegründet ist.

Auch bemerket Herr **Reimarus**, daß der Graf **Stanhope** die bloße Rückkehr der durch Vertheilung getrennten Elektricität, wodurch sie nach aufgehobener Ursache der Vertheilung wieder ins vorige Gleichgewicht zurückkehret, mit einem Rückschlage verwechsele. Denn eine solche Rückkehr geschiehet allemahl von dem einen Ende zum andern ganz still ohne Explosion, als welche beständig einen Durchbruch durch ein widerstehendes Mittel voraussetzet, und bey der Vertheilung durch einen zusammenhängenden Leiter gar nicht Statt findet. Die einzige Wirkung, welche hierbey erfolgen kann, ist diese: wenn die Elektricität der Erdfläche, welche durch den Wirkungskreis einer stark elektrisirten Wolke ungleich vertheilet ist, sich nach der plötzlichen Zernichtung des Wirkungskreises auch plötzlich wieder ins Gleichgewicht stellt, so kann dadurch, wenn es durch unterbrochene oder schlechte Leiter geht, zuweilen einige Erschütterung oder kleine Funken verursachet werden. Dahin gehören die Funken, welche sich zur Zeit eines entstandenen Blitzes in den Elektricitätszeigern und andern Werkzeugen der Naturforscher wahrnehmen lassen. So sahe man in Hamburg, als am 10ten Aug. 1787 ein Wetterstrahl auf die Johanniskirche fiel, Funken in mehreren auf 1000 Fuß davon entfernten Häusern, ohne alle Erschütterung oder Verletzung. Es ist aber diese Vertheilung zu weit ausgedehnet, und von einem Schlage der angehäuften Elektricität so sehr verschieden, daß sich eine solche vom Grafen **Stanhope** vorgespiegelte Gefahr gar nicht denken läßt.

Auch zeigt die Erfahrung nichts ähnliches. Schwebt über einem Orte eine stark elektrisirte Gewitterwolke, so erstreckt sich ihr Wirkungskreis über alle darunter befindliche Gebäude und Menschen, und nach **Stanhope's** Behauptung

tung müßte man bey jedem Wetterschlage alle Stellen, wo sich unterbrochenes Metall befindet, erschüttert, und alle Menschen, welche sich in freyer Luft befänden, zu Boden geworfen finden, wie aber nicht geschiehet. Es führet zwar der Graf **Stanhope** Beyspiele an, daß durch eine solche Rückkehr Menschen wäre erschlagen worden, bey welchen man nur Spuren der Verletzungen an den Füßen angetroffen habe. Allein Herr **Reimarus** weiß keinen Fall, wo Menschen bloß an den untersten Theilen verletzet wurden, wenigstens war jederzeit ein Zweig des Strahls von einer höhern Stelle hergekommen.

Brydone a) erzählet den sehr merkwürdigen Fall eines Wetterschlages ohne wahrgenommenen Blitz, wodurch am 19ten Juli 1785 in der Gegend um Coldstream in Schottland ein Kohlenfuhrmann mit seinen Pferden vor dem Wagen, da er beynahe eine Anhöhe hinauf war, erschlagen wurde. Der Graf **Stanhope** hat diesen Vorfall weitläuftig aus der Rückkehr der Elektricität erkläret; es soll nämlich der Schlag zwischen zweyen über einander gestandenen Wolken entstanden seyn, so daß man den Knall hören, aber nicht den Blitz sehen können. Denn wenn die obere Wolke ihre Elektricität in die Erde übergehen lasse, so müsse die Elektricität der untern Wolke unmittelbar in die obere überströmen an der Stelle, welche sich gerade über dem Wagen befindet; auf solche Art werde der Wirkungskreis der untern Wolke aufhören, mithin müsse auch die Elektricität, welche allmählig von dem leitenden Körper auf der Oberfläche der Erde in letztere getrieben wurde, plötzlich wieder von der Erde in den leitenden Körper zurückkehren, und eine heftige Erschütterung hervorbringen, welche eben so wirke, als der stehende Funke einer leidner Flasche. Gegen diese Erklärung hat Herr **Reimarus** folgende erhebliche Einwürfe gemacht: 1) hätten nicht einmahl die seitwärts stehenden Zuschauer einen Blitz wahrgenommen, den die doch, wenn auch alles unter den von dem Grafen **Stanhope** vorausge-

a) Philosoph. transact. Vol. LXXVII. p. 61 sq.

ausgesetzten Umständen erfolget wäre, gewiß bemerket haben würden, 2) habe der Knall nicht nachgehallt, wie die gewöhnlichen Schläge unter Wolken, die keinen Gegenstand auf der Erde träfen, 3) verwechsele der Graf Stanhope die Rückkehr der elektrischen Materie mit dem eigentlichen Rückschlage, dabey immer ein Uebersprung zu einem äußern Körper geschehe, wenn er anfangs behaupte, daß hier die Elektricität bloß in den Grenzen des Wagens, des Fuhrmannes und der Pferde beweget worden sey, nachher aber, um die Möglichkeit der heftigen Wirkung in diesem Falle zu beweisen, sich immer auf seine Versuche, wo ein Rückschlag, d. i. ein Uebersprung, veranstaltet worden, berufe, mithin habe er dadurch eigentlich gar nichts erwiesen, 4) ergebe sich aus mehreren Umständen, daß es ein wahrer von der Luft zu dem Menschen und Wagen überspringender Schlag gewesen wäre. Es habe sich nämlich der Einfluß auf die Wolken in so fern geäußert, weil sie alsobald zertheilet worden wären, und nicht weiter gedonnert hätten; dann habe man an dem Kopfe des Menschen nicht weniger, als unter den Rädern Spuren von der Gewalt der Explosion wahrgenommen; ein Beweis, daß oben sowohl als unten ein Ueberspruug geschehen sey u. s. w. Nach ihm könnte jener Schlag entweder aus einer Sammlung von Dünsten, die sich sehr niedrig am Hügel gelagert hätten, oder aus einem Wetterwirbel entstanden seyn, auf welche letztere Muthmaßung ihn die übrigen erzählten Umstände, der schnelle Tod des Lammes, das bemerkte Zittern des Bodens, die Erschütterung der Heumacherin u. s. f. führen.

Endlich behauptet der Graf Stanhope, daß selbst bey einer vollkommenen Ableitung die Stelle des Gebäudes, wo sich unterbrochenes Metall, oder die Menschen, welche sich in dessen Mitte aufhielten, vor der Verletzung einen Rückschlag, oder durch die bloße Rückkehr der Elektricität, nicht gesichert wären. Allein es ist ganz der Erfahrung entgegen, und folget selbst aus den Versuchen des Grafen nicht. Bey diesen war nie eine vollkommene Leitung angebracht, durch welche

welche sonst der Rückschlag eben so wie ein anderer, vorzüglich vor jeder unvollkommenen, hätte gehen müssen. Ueberdem scheinet es der Natur der Sache nicht gemäß zu seyn, daß die vertheilte und auf der Erdfläche sich weit ausgedehnten Elektricität bey einem Rückschlage mitten durch ein Gebäude in unterbrochenen Sprüngen dringe, da sie außen an demselben einen bessern Leiter findet. Der Graf **Stanhope** berufet sich zwar auf die große Kraft der Wetterwolke, deren Wirkung so stark ist, daß nach dem Schlage die zurückgehende Elektricität auch in Körpern von mäßiger Größe eine beträchtliche Wirkung hervorbringen könne. Herr **Reimarus** aber antwortet darauf, 1) es habe wohl seine Richtigkeit, daß die Kraft der Wetterwolke groß sey, allein man müsse auch auf die Entfernung sehen. Diese müsse nämlich allezeit an dem Orte, wo ein Rückschlag erfolge, größer als die Schlagweite seyn, weil sonst der wirkliche Schlag geschehen würde. Jenseits der Schlagweite aber gebe das Elektrometer die Wirkung immer sehr schwach an. Selbst unter der Wetterwolke stehe es nicht einmahl so hoch, als es die künstliche Elektricität treiben könne. Ja **Richmanns** Zeiger habe kurz vor dem Schlage, welcher ihn tödtete, nur auf 4° gestanden, da ihn doch die künstliche Elektricität über 55° habe treiben können, 2) auch sey die ganze Kraft der Wolke über eine große Strecke der Erdfläche verbreitet, über welche sich denn ebenfalls das Zurückgehen vertheile. Und an dem Orte, wo der Druck am stärksten sey, wirke selbst der herabfahrende Bliß der zurückgehenden Elektricität entgegen. Es sey daher gar keine Ursache vorhanden, durch übertriebene Vorstellungen vom Rückschlage die Furcht bey Gewittern zu vermehren, und gegen die Ableiter dieserwegen ein Mißtrauen zu setzen.

M. s. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre der Elektricität; a. d. Engl. 4te Auflage, B. II. Leipz. 1797. 8. S. 111 u. f.

Ruß (fuligo, suie). Hierunter versteht man diejenigen Theile der verbrennlichen Körper, welche beym Verbrennen

nen derselben aufsteigen, und entweder aus Mangel des Zutritts der reinen Luft zum Innern der Flamme oder aus andern Ursachen der unvollkommenen Verbrennung den Rauch bilden, und an die erste kalte Fläche als eine schwarze oder braune Masse anlegen.

Bey der Verbrennung der verbrennlichen Körper gehen nicht allein die flüchtigen festen Theile derselben, sondern auch selbst feuerbeständige, wie die Zergliederung des Rußes zeiget, mit in die Höhe. Uebrigens sieht man leicht, daß der Unterschied der Mischung der verschiedenen organischen Körper auch eine große Verschiedenheit in den Bestandtheilen des Rußes, in seiner Farbe und seinem Gewebe hervorbringen kann; aber auch die verschiedene Art der Verbrennung und der höher oder tiefer gelegene Ort, wo sich der Ruß sammelt, können die Beschaffenheit des Rußes ändern, wie der **Flatter-** und **Glanzruß** der Schornsteine beweiset. Dieser Holzruß ist weit mehr salzig von Geschmack, als der **Oelruß** oder **Kienruß**.

Durch die Destillation gewinnet man aus dem Ruße Wasser, Laugensalz in fester und flüssiger Gestalt und ein brenzliches Oel; der Rückstand ist eine kohlenartige Materie, aus welcher man nach der Einäscherung fixes Alkali erhalten kann.

Der Holzruß dient als Wassermahlerfarbe, nachdem man ihn mit Wasser sorgfältig geschlemmt und getrocknet hat unter dem Nahmen **Rußbraun** oder **Biester**. Der Kienruß besonders wird wegen seiner schwarzen Farbe zu Oel- und Pastellfarben gebrauchet, nachdem man ihn in verschlossenen Gefäßen für sich hat durchglühen lassen.

S.

Sättigung (saturatio, saturation) heißt der Zustand derjenigen Materien, die sich innig mit einander verbinden, in welchem sie weiter kein Bestreben mehr zeigen, auf einander zu wirken, wenn auch gleich zu der Vermischung von der einen Materie noch etwas hinzugethan wird.

Sobald

Sobald dieser Zustand vorhanden ist, so bildet die Vermischung einen Körper von eigener Natur, und es ist daher klar, daß diejenigen Materien, welche sich zusammen vereinigten, in ihren Eigenschaften eine Aenderung erlitten haben, indem sie gemeinschaftlich gegen einander wirkten. Der Ausdruck Sättigung kommt von einer bloßen atomistischen Vorstellung her; man nimmt nämlich an, daß die eine Materie von der andern aufgenommen werde, und daß diese alsdann gesättiget sey, wenn sie von jener nichts mehr aufnehmen kann. So sagt man, das Auflösungsmittel sey gesättiget, wenn es von der aufzulösenden Materie weiter nichts in sich nehmen kann; und wenn wirklich noch mehr von letzterer zu dem ersten hinzugethan würde, so bliebe sie unaufgelößt. Es geht daher das Aufnehmen der einen Materie von der andern nur bis zu einem gewissen Punkte, alsdann hört es auf, und dieser Punkt wird der **Sättigungspunkt** (punctum saturationis) genannt. Nach dieser atomistischen Vorstellung läßt es sich aber nicht einsehen, wie sich die eine Materie mit der andern vereinigen könne. Nimmt man aber dynamische Kräfte der Materie an, so muß die Wechselwirkung derselben gegen einander so lange erfolgen, bis sie wieder zum Gleichgewicht gekommen und einen Körper von eigener Natur gebildet haben.

Der Sättigungspunkt ist bey verschiedenen Materien gar sehr verschieden, und überdem ändert sich dieser Punkt bey Veränderung der Wärmegrade der Materien, die sich mit einander verbinden. So ist der Sättigungspunkt der Auflösungen der verschiedenen Salze im Wasser sehr verschieden. Auch lösen sich die meisten Salze bis zum Sättigungspunkte im siedenden Wasser in einer beträchtlichern Menge, als im kalten Wasser auf, nur einige wenige erfordern zur Auflösung bis zum Sättigungspunkte sowohl beym heißen als kalten Wasser eine beynahe gleich große Menge.

Es gibt aber auch Stoffe, welche sich in jedem Verhältnisse mit einander vereinigen, und in diesem Falle findet eigentlich gar keine Sättigung Statt, wie z. B. Wasser mit

flüssigen

flüssigen Säuren. So vereinigen sich auch durchs Zusammenschmelzen verschiedene Metalle ohne Sättigungspunkt mit einander. Solche Substanzen, welche schon die mit ihnen zu vereinigende Materie als Bestandtheil besitzen, verändern sich gewöhnlich in ihren Eigenschaften nicht, bloß das Verhältniß ihrer Bestandtheile wird verändert. So bleibt z. B. Schwefelsäure beständig Schwefelsäure, wenn gleich Wasser dazu gegossen wird, nur das Verhältniß der Säure gegen das Wasser ist geändert.

Wenn ein bestimmter Sättigungsgrad erfolget ist, und es wird alsdann noch ein Theil von derjenigen Materie, welche nach der gemeinen Vorstellung von der andern aufgenommen worden, hinzugethan, so pflegt man alsdann zu sagen, es sey eine **Uebersättigung** vorhanden. Hierbey bleibt die hinzugethane Materie ganz frey oder ungebunden, und in den meisten Fällen bleibt sie als ein sichtbarer Niederschlag abgeschieden.

Säuren (acida, acides) sind Salze von einem sauren Geschmacke, welche die blaue Farbe verschiedener Pflanzenpigmente in eine rothe verwandeln. Jedoch werden nicht alle blaue Pflanzenpigmente roth gefärbt. Als gegenwirkende Mittel für die Säuren braucht man insbesondere den **Veilchensaft** (syrupus violarum) und die **Lackmustinktur** (tinctura heliotropii). Jener, welcher aus dem wässerigen Aufguß der Kronenblätter der viola odorata bey einem Zusatz von Zucker gemacht wird, ist nicht so empfindlich gegen alle und gegen schwache Säuren, als die Lackmustinktur. Diese verfertiget man so: man läßt 10 bis 12 Theile reines Wasser mit einem Theile gröblich gestoßenen Lackmus in einem ganz reinen irdenen glasirten oder porzellanen Geschirr einen Augenblick sieden, und seihet alsdann dieses durchs Löschpapier; oder man hängt gestoßenes Lackmus in einem reinen leinenen Säckchen so lange in reines kochendes Wasser, bis dieses gehörig blau gefärbet ist. Diese Lackmustinktur sieht, wenn sie gesättiget ist, dunkelblau: aber gegen das Licht gehalten violet aus. Wenn man sie mit reinem Was-

ser stark verdünnt, so verlieret sie ihre Röthe völlig, wird himmelblau, und so muß man sie zu seinen Versuchen, um Säuren zu entdecken, anwenden. Auch kann man mit Lackmus gefärbtes Papier gebrauchen, indem man etwas weniges Stärkenmehl mit der gesättigten Lackmustinktur kocht, und schmale Streifen Papier darin einweicht, und im Schatten trocknet.

Es gibt von den Säuren mehrere Arten, welche sich durch ihr Verhalten gegen andere Körper wesentlich von einander unterscheiden. Gewöhnlich theilet man sie nach den Körpern, aus denen man sie erhält, in **mineralische** (acida mineralia), **vegetabilische** oder **Gewächssäuren** (acida vegetabilia), und in **thierische Säuren** (acida animalia) ein; allein manche Säuren sind den Körpern mehrerer Reiche der Natur gemeinschaftlich eigen. Alle hierher gehörige Säuren sind zusammengesetzte Substanzen, und bestehen aus einem **sauerfähigen Substrate** oder einem **eigenen Radikal** (base acidifiable) und dem Sauerstoffe, welchen man als das **säurebildende Substrat** (base acidifiant) ansieht, wie z. B. die Phosphorsäure aus Phosphor und Sauerstoff, die Schwefelsäure aus Schwefel und Sauerstoff u. s. f.

Die ältern Chemiker wußten von der Natur und Beschaffenheit der Säuren wenig anzuführen. Erst die neuere Chemie hat hierin einige Fortschritte gemacht. Nach dieser lassen sich Säuren zusammensetzen, wenn ein säurefähiges Substrat Sauerstoff durch irgend eine Operation in sich nimmt. Es gibt aber hierbey verschiedene Grade. **Lavoisier** unterscheidet deren vier. Der erste Grad, bey welchem noch keine merkliche Acidität entstehet, ist die **Oxydation**: diese bildet oxydes, oxyda, **Halbsäuren** (Girtanner), **oxygirte Stoffe** (Hermbstädt), wie die Metallkalke, das Blut im menschlichen Körper u. s. f. Der zweyte Grad, wo die Basis schon mehr Sauerstoff, jedoch noch nicht bis zur Sättigung, erhält, gibt die Säuren in eux (acide sulfureux, nitreux) mit dem lateinischen Nahmen i osum

(acidum

(acidum sulphurosum, nitrosum), **Säure** (Girtanner), **unvollkommene Säuren** (Hermbstädt). Der dritte Grad, wo die Verbindung des Sauerstoffs bis zur Sättigung geht, erzeugt die Säuren in ique (acide sulfurique, nitrique) mit dem lateinischen Nahmen in icum (acidum sulphuricum, nitricum), **Säuren** (Girtanner), **vollkommene Säuren** (Hermbstädt). Der vierte Grad endlich, bey dem Uebersättigung mit Sauerstoff Statt findet, gibt die acides oxygénés, acida oxygenata, **übersaure Säuren** (Girtanner), **oxygenesirte Säuren** (Hermbstädt), wie z. B. die dephlogistisirte Salzsäure. Herr **Gren** erinnert aber bey den letztern mit Recht, daß sie in der That nur als vollkommene Säuren anzusehen sind: denn eine Uebersättigung mit Sauerstoff sey schon deßhalb unmöglich, weil er nicht frey existire. So sey die dephlogistisirte Salzsäure nur die vollkommene Salzsäure, und die man bisher als vollkommene Salzsäure betrachtet habe, sey nur eine unvollkommene Salzsäure.

Wenn ein Körper sich mit dem Sauerstoffe verbinden soll, so müssen die Theile desselben eine größere Verwandtschaft gegen den Sauerstoff als unter sich selbst haben. Weil nun die Wärme und das Feuer den Zusammenhang der Theile des Körpers unter sich schwächt, so sieht man daher ein, warum fast jede Säurung, ehe sie beginnt, einen bestimmten Wärmegrad erfordert. Bey manchen Körpern ist diese Wärme sehr gering; so säuren einige Metalle schon an der freyen Luft, ohne einen größern Wärmegrad zu verlangen. Außer dem Aussetzen der Körper an Luft bey einem bestimmten Wärmegrade gibt es noch viele andere Mittel, sie zu säuren. Eines der schicklichsten ist die Verbindung derselben mit oxydirten Metallen, zu welchen der Sauerstoff wenig Verwandtschaft hat; und durch Erhitzung oder Glühen mit Quecksilberkalk, Bleykalk, Braunstein u. s. f. können alle Körper gesäuert werden. So sind die Wiederherstellung der Metallkalke durch Kohlenpulver wahre Säurungen der Kohle, wodurch den Kalken der Sauerstoff wieder entzogen wird.

Auch lassen sich entzündliche Substanzen auf dem nassen Wege säuren, besonders durch die Salpetersäure, welche den Sauerstoff nur schwach bindet, und denselben bey einer geringen Wärme an eine große Anzahl anderer Körper absetzet.

Hieraus sieht man, daß es eine sehr große Menge von Säuren geben könne; auch führet die Chemie eine große Anzahl derselben an, welche aber eben nicht alle wesentlich von einander verschieden sind. Nach Herrn **Gren** sind nur folgende Arten als identisch verschieden anzusehen:

1. Die **Kohlensäure** (acidum carbonicum, acide carbonique).
2. Die **Schwefelsäure** oder **Vitriolsäure** (acidum sulphuricum s. vitriolatum, acide sulfurique).
3. Die **Salpetersäure** (acidum nitrosum, acide nitrique).
4. Die **Salzsäure** (acidum muriaticum, acide muriatique oxygéné).
5. Die **Flußsäure** (acidum fluoricum, acide fluorique).
6. Die **Boraxsäure** (acidum boracicum, acide boracique).
7. Die **Phosphorsäure** (acidum phosphoricum, acide phosphorique).
8. Die **Arseniksäure** (acidum arsenicum, acide arsenique).
9. Die **Molybdänsäure** (acidum molybdaenicum, acide molybdique).
10. Die **Wolframsäure** (acidum wolframicum, acide tunstique).
11. Die **Bernsteinsäure** (acidum succinicum, acide succinique).
12. Die **Weinsteinsäure** (acidum tartaricum, acide tartareux).
13. Die **Zitronensäure** (acidum citricum, acide citrique).

14. Die **Sauerkleesäure** (acidum oxalicum, acide oxalique).
15. Die **Aepfelsäure** (acidum malicum, acide malique).
16. Die **Gallussäure** (acidum gallaceum, acide gallique).
17. Die **Benzoesäure** (acidum benzoicum, acide benzoique).
18. Die **Essigsäure** (acidum aceticum, acide acetique).
19. Die **Milchzuckersäure** (acidum gallacticum, acide sacho-lactique).
20. Die **Blausäure** (acidum borussicum, acide prussique).

Einige wenige von diesen Säuren hat man bis jetzt noch nicht zerlegen und zusammensetzen können, und kennt daher ihr Radikal noch nicht. Dahin gehören die nro. 4. 5 und 6. angeführten. Verschiedene Säuren hingegen können zwar durch die Kunst zerleget, aber nicht zusammengesetzet werden.

Das Radikal der Säuren ist entweder **einfach** oder **zusammengesetzet**. Zu den Säuren mit einfachen Radikal rechnet man folgende:

1. **Kohlensäure**	Ihr Radikal	**Kohlenstoff**
2. **Schwefelsäure**	——	**Schwefel**
3. **Salpetersäure**	——	**Stickstoff**
4. **Phosphorsäure**	——	**Phosphor**
5. **Arseniksäure**	——	**Arsenik**
6. **Wolframsäure**	——	**Wolfram**
7. **Molybdänsäure**	——	**Molybdän**

Diese Säuren nennt auch Herr **Girtanner einfache Säuren**. Zu den Säuren mit zusammengesetzten Radikal, welche **Girtanner** überhaupt **zusammengesetzte Säuren** nennt, gehören die nro. 11 bis nro. 19. angegebenen. Die Pflanzensäuren haben eine doppelte Grundlage, Wasserstoff und Kohlenstoff; einige sogar eine dreyfache Grundlage, Wasserstoff, Kohlenstoff und Phosphor, welche alle drey mit einer größern oder geringern Menge von Sauerstoffe verbunden sind. Es sind daher die vegetabilischen Säuren un-

ter einander verschieden, 1) je nachdem die Grundlage mehr oder weniger zusammengesetzet ist, 2) nach dem verschiedenen Verhältnisse, in welchem die Bestandtheile der Grundlagen mit einander verbunden sind, 3) nach dem verschiedenen Grade der Säurung. Daher lassen sich auch alle vegetabilische Säuren in einander verwandeln, indem man entweder das Verhältniß des Kohlenstoffs zu dem Wasserstoffe verändert, oder indem man das Verhältniß des Sauerstoffs zu beyden ändert. Aus den Versuchen erhellet, daß Kohlenstoff und Wasserstoff, im ersten Grade der Säurung, Weinsteinsäure geben; im zweyten Grade Sauerkleesäure; im dritten Grade Essigsäure. Herr **Girtanner** gibt folgende eilf vegetabilische Säuren an, die Essigsäure, die Sauerkleesäure, das Weinsteinsäure, das brenzliche Weinsteinsäure, die Zitronensäure, die Aepfelsäure, das brenzliche Holzsäure, das brenzliche Schleimsäure, die Galläpfelsäure, die Benzoesäure und die Kamphersäure.

Was die thierischen Säuren betrifft, so sind diese noch mehr, als die vegetabilischen Säuren zusammengesetzet. Die meisten haben eine vierfache Grundlage, den Wasserstoff, den Kohlenstoff, den Phosphor und den Salpeterstoff. Die thierischen Säuren können eben so wie die vegetabilischen verschieden seyn, 1) nach der Anzahl der Bestandtheile ihrer Grundlage, 2) nach dem Verhältnisse dieser Bestandtheile, 3) nach dem Verhältnisse des Sauerstoffs, mit dem sie gebunden sind. Zu den thierischen Säuren rechnet Herr **Girtanner** folgende sieben: die Milchsäure, die Milchzuckersäure, die Bernsteinsäure, die Raupensäure, die Ameisensäure, die Fettsäure und die Blausäure.

Die Säuren zeigen einen großen Hang, sich mit andern Körpern zu verbinden, vorzüglich mit den Erden, Laugensalzen und Metallen, mit welchen sie die Mittelsalze, Neutralsalze und metallische Salze oder Mittelsalze mit metallischen Grundlagen bilden. S. s. **Mittelsalze, Neutralsalze, Metalle.**

Man

Man sehe **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 305 — 309. desselben Grundriß der Chemie. Th. I. Halle 1796. 8. §. 266 u. f. dessen Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 862 u. f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. Cap. 16. S. 100. Abschnitt III. Cap. 1. S. 324 f.

Saft, Säfte (succi, humores, sucs, humeurs) heißen diejenigen tropfbaren Flüssigkeiten, welche sich in organischen Körpern befinden. Durch sie wird das Leben der Körper des Pflanzen- und des Thierreichs unterhalten, indem sie in den festen Gefäßen aufsteigen und den Körpern zur Nahrung dienen. Nach Verschiedenheit der beyden Reiche sind die Säfte theils Pflanzensäfte theils Säfte thierischer Körper.

Die Säfte der Pflanzen steigen durch Hülfe der Wurzeln aus der Erde in alle ihre Theile, und dienen denselben zum Wachsthume. Die Erscheinung des Aufsteigens der Säfte in den Röhrchen und Canälen der Pflanzen erkläret man gemeiniglich durch die Eigenschaften der Haarröhrchen. Ob es nun wohl gleich seine Richtigkeit hat, daß der Saft, wie das Wasser in Haarröhrchen, in den Gefäßen der Pflanzen aufsteigen müsse, so würde man doch offenbar aus den Eigenschaften der Haarröhrchen folgern, daß dieses Aufsteigen seine Grenze hätte, und der Saft alsdann stehen bleibe; daher ist es wohl mehr als wahrscheinlich, daß hierbey noch eine andere Thätigkeit Statt haben müsse, welche entweder in dem innern Bau der Pflanzen ihren Grund hat, oder die auch von außen auf selbige wirket. So müssen durch abwechselnde Kälte und Wärme die Gefäße der Pflanzen zusammengezogen und erweitert werden; mithin wird der Saft, welcher bey der Wärme in die ausgedehnten Gefäße hinaufstieg, bey niedriger Temperatur durchs Zusammenziehen derselben weiter in die Höhe gepreßt. Dieser in die Höhe gestiegene Saft wird nun durch chemische Operationen verändert, und auf solche Art zum Wachsthume der Pflanzen verwen-

verwendet. Denn neuere Versuche haben gezeiget, daß die Vegetation nichts weiter sey, als ein wahrer chemischer Proceß. M. s. Pflanzen.

Wenn man frische Pflanzen, Blumen, Früchte u. s. f. in marmornen Mörsern zerreibt, und nachher auspreßt, so erhält man die ausgepreßten Säfte (succi plantarum expressi, sucs de plantes). Zuweilen erhält man diese auch aus Pflanzen, die noch in dem Boden stehen, durchs Einschneiden oder Anbohren der Rinde, wie z. B. den Birkensaft. Bey trockenen Pflanzen muß etwas Wasser hinzugegossen werden. Gewöhnlich enthalten diese Säfte ein Gemenge von mehreren Bestandtheilen der Pflanzen oder Früchte, besonders der schleimigen und salzigen. Um die schleimigen Theile und andere darin befindliche Unreinigkeiten abzusondern, kocht man den ausgepreßten Saft mit etwas Eyweis klar, welches letztere nämlich die schleimigen und andern unreinen Theile zum Gerinnen bringt. Die wesentlichen Salze der Pflanzen gewinnt man durchs Abdampfen dieser Säfte, und die Salze sind entweder süße oder saure Salze. Die blauen Pflanzensäfte dienen besonders zur Prüfung der Säuren und der Laugensalze, weil ihre Farbe von den Säuren in eine rothe, von den Laugensalzen aber in eine andere Farbe verwandelt wird. In der Medicin haben die Säfte gleiche Wirkung mit den Pflanzen selbst, und werden der bessern Erhaltung wegen zu Extrakten oder mit Zucker zu Syrupen verdickt.

Was die thierischen Säfte betrifft, so sind diese bey den verschiedenen Classen, Geschlechtern und Arten des Thierreichs sehr verschieden. Das Blut, woraus die übrigen Säfte entstehen, ist bey den Säugthieren und Vögeln roth und warm, bey den Amphibien und Fischen roth und kalt, bey den Insekten und Würmern weiß und kalt. Uebrigens steht es bey dem beständigen Kreislaufe mit dem Athemholen in unmittelbarer Verbindung. M. s. Athmen, Blut. Bey den Säugthieren und Fleisch fressenden Thieren vermischen sich die Speisen im Magen mit dem Magensafte, und

werden durch dessen auflösende Kraft mit Hülfe der Wärme zerlegt und verdauet. Bey andern Thieren, besonders bey denen, welche sich von Kräutern nähren, fehlt der Magensaft, daher werden die Speisen bloß erweichet, und durch die Muskeln des Magens zerrieben. Aus dem Magen gehen sie in die Gedärme, und werden daselbst durch die wurmförmige Bewegung und durch Beymischung der Darmsäfte, der Galle und des Gekrösdrüsensaftes verdauet. Aus diesen verdaueten Speisen scheidet sich nun der Chylus ab, welcher von den Milchgefäßen eingesogen, und durch die Milchbruströhre in den zunächst am Herzen liegenden Blutadern dem Blute beygemischt wird. Während des Kreislaufes des Blutes wird durch die Absonderungen der Säfte in den kleinen Gefäßen die Lymphe bereitet, welche sich mit den festen Theilen verbindet, und dieselben ernähret. Endlich sondern sich die im Blute überflüssigen wässerigen und salzigen Theile in den Nieren ab, und werden durch den Urin abgeführet. Außerdem gibt es im thierischen Körper noch Säfte oder Feuchtigkeiten, welche in besondern Theilen durch eigene Drüsen abgesondert werden, wie z. B. der Speichel, die Thränen und andere Feuchtigkeiten im Auge. Bey der chemischen Zerlegung der thierischen Körper finden sich Stoffe, welche eigentlich dem Pflanzenreiche zugehören, und welche durch die Nahrung in den thierischen Körper gekommen sind. Auch der Honig der Bienen ist nichts weiter, als ein aus den Horizontalbehältern der Pflanzen ausgesogener süßer Blumensaft.

Saiten (chordae, cordes d'instruments) sind elastische cylindrische Körper, deren Länge in Vergleichung mit der Dicke oder dem Durchmesser des Querschnittes sehr groß ist. Gewöhnlich werden die Saiten verfertiget entweder aus Metall, oder aus den Gedärmen der Thiere, und sind folglich entweder **Drahtsaiten** (cordes metalliques) oder **Darmsaiten** (cordes à boyau).

Eine jede Saite, welche einen hörbaren Ton hervorbringen [illegible] ß in ihren Schwingungen eine bestimmte Ge-

schwindigkeit besitzen. Daher muß sie auch eine gewisse Spannung haben, damit ihre Schwingungen den nöthigen Grad der Geschwindigkeit erlangen. Eine zu schlaffe Saite klingt nicht, weil sie nicht geschwind genug schwingt. Die Schwingungen einer solchen gespannten Saite sind, wie die Schwingungen eines Pendels, so lange sie dauren, der Zeit nach gleich lang. M. s. **Elasticität** (Th. I. S. 845.). Mithin bleibt der Ton einer solcher Saite, so lange er dauert, ein und der nämliche, oder die Saite gibt einen bestimmten Klang. Dieserwegen gebrauchet man die Saiten auf musikalischen Instrumenten zu Hervorbringung bestimmter Töne, wo sie entweder durch die Finger, wie auf der Harfe, oder durch Tangenten, wie auf dem Clavier, oder durchs Streichen mit haarnen Bogen, wie auf der Violine u. s. f. in die schwingenden Bewegungen versetzet werden.

Bey Saiten von einerley Materie finden folgende Sätze Statt: 1) bey gleich langen und gleich dicken, aber ungleich gespannten Saiten verhält sich die Anzahl der Schwingungen, mithin ihre Tonhöhe, wie die Quadratwurzeln der spannenden Kräfte. Setzt man also die Anzahl der Schwingungen, oder die Tonhöhe der Saiten N, n, die spannenden Kräfte P, p, die Längen derselben L, l, die Dicken D, d, so wird, wenn $L = l$ und $D = d$, sich verhalten $N : n = \sqrt{P} : \sqrt{p}$; 2) bey gleich gespannten und gleich dicken, aber ungleich langen Saiten verhält sich die Anzahl ihrer Schwingungen umgekehrt wie ihre Längen. Wenn also $P = p$ und $D = d$, so ist $N : n = l : L$; 3) bey gleich langen und gleich gespannten Saiten, welche ungleich dick sind, verhält sich die Anzahl ihrer Schwingungen umgekehrt wie ihre Durchmesser; wenn daher $L = l$ und $P = p$, so ist $N : n = d : D$. Es ist also bey Saiten von einerley Materie und gleicher Dicke die Anzahl ihrer Schwingungen oder ihre Tonhöhen in einem zusammengesetzten Verhältnisse aus dem geraden der Quadratwurzeln der spannenden Kräfte und dem umgekehrten der Längen derselben. Es ist also $N : n = \frac{\sqrt{P}}{L} \cdot \frac{\sqrt{p}}{l}$.

Wenn

Wenn eine Saite ungleiche Dicken besitzet, so gibt sie falsche oder vermischte Töne an. Soll daher eine Saite einen Ton ganz rein geben, so muß die Dicke derselben überall gleich seyn; außerdem muß aber auch kein Schwingungsknoten entstehen. Bey 1, 2, 3 Schwingungsknoten klingen die Octave, Quinte und doppelte Octave mit. Die Entstehung der Schwingungsknoten hängt theils von der Art und Weise, die Saiten in Bewegung zu setzen, theils auch von der Stelle ab, wo dieses geschiehet. M. s. **Klang.**

Salmiak, Ammoniaksalz (sal ammoniacum, salmiac, sel ammoniac). Unter dem Nahmen **Salmiake** oder **Ammoniaksalze** begreift man überhaupt alle diejenigen Neutralsalze, welche durch Sättigung der Säuren mit dem flüchtigen Alkali entstanden sind. Unter dem **gemeinen oder gewöhnlichen Salmiak** insbesondere aber versteht man dasjenige Neutralsalz, welches durch Sättigung der Salzsäure mit dem Ammoniak entstanden ist. Im neuern Systeme heißt dieser Salmiak **salzsaurer Salmiak** (ammoniacum muriaticum, murias ammoniaci, muriate d'ammonique).

Der reine Salmiak ist ein weißes halbdurchsichtiges Salz, von einem starken, stechenden, gewisser Maßen urinösen Geschmack, und schießt zu doppelt gefiederten Krystallen an, welche eigentlich aus kleinen sechsseitigen pyramidalischen zusammengesetzet sind. Nach **Kirwan's** *) neuerer Bestimmung enthalten die Krystallen des Salmiaks 0,276 Ammoniak, 0,685 Salzsäure und 0,040 Wasser. Bey der Temperatur von 50° Fahrenh. erfordert der Salmiak 2,727 Theile Wasser zu seiner Auflösung; vom siedenden etwa gleiche Theile. Bey seiner Auflösung im Wasser bringt er viel Kälte hervor. M. s. **Kälte, künstliche.**

An der Luft werden die Salmiakkrystalle nicht verändert, sondern sind beständig, ohne zu zerfließen oder zu verwittern. Im Feuer hingegen ist er ganz flüchtig, und verfliegt, ohne etwas zu hinterlassen, wenn er rein ist. Auf glühenden Kohlen

*) Transact. of the Royal Irish Academy. Vol. IV.

Kohlen macht er kein Geräusch. In verschlossenen Gefäßen läßt er sich sublimiren, und gibt bey einem schwächern Feuer die so genannten **Salmiakblumen** (flores salis ammoniaci simplices), bey einer stärkern Hitze und mindern Abkühlung aber dichte durchscheinende Kuchen, welche aus parallelen Nadeln bestehen, und in deren Mitte man mannichmahl, bey der Verfertigung im Großen, regelmäßige Würfel wahrnimmt. Der sublimirte Salmiak besitzet einige Zähigkeit. Es läßt sich also der unreine Salmiak auf eine doppelte Weise reinigen, entweder durch Auflösen im Wasser, Durchseihen und Krystallisiren, oder durch Sublimation.

Den Salmiak findet man natürlich und mehr oder weniger rein in Vulkanen, und in ihrer Nachbarschaft. Den verkäuflichen zog man sonst bloß aus Aegypten, und seine Bereitung wurde beständig geheim gehalten, bis endlich **Hasselquist** [α]) und **Niebuhr** [β]) entdeckten, daß man ihn aus dem bloßen Ruße, welcher sich in den Rauchfängen beym Verbrennen des Mistes der Kameele und anderer Thiere anhängt, durch eine bloße Sublimation gewinnt. Der Salmiak ist in dem Miste dieser Thiere, welche kochsalzhaltige Pflanzen fressen, schon ganz fertig enthalten; da hingegen bey uns der Kaminruß nur flüchtiges Alkali, und keinen Salmiak in sich hat. Jedoch hat auch Herr **Weber** [γ]) aus dem in Holland bey dem Verbrennen des Torfes in den Rauchfängen sich anlegenden Ruße in ziemlicher Menge Salmiak ohne Zusatz durch Sublimation gewonnen. Man füllt in Aegypten große gläserne runde Flaschen, welche 1½ Fuß im Durchmesser und einen kurzen Hals von 2 Zoll haben, nachdem sie vorher beschlagen worden sind, bis auf ungefähr 4 Zoll weit vom Halse mit Ruße an, und stellt sie in länglichten Oefen neben einander, wo man sie erst nach und nach erhitzt, um alle flüchtige Theile des Rußes auszutreiben. Man verstärkt hierauf das Feuer nach Verschließung

α) Schwed. Abhandlung. B. XIII. 1751. S. 266.
β) Reise nach Arabien. Th. I. S. 152.
γ) Im phys. chem. Magazin. Th. I. S. 126.

schliessung der Mündung der Flasche, und unterhält es drey Tage und drey Nächte mit Kameelmiste. Man zerbricht die Ballons, um die festen Salmiakkuchen herauszunehmen, welche auf der einen Seite convex, auf der andern concav, und überhaupt mit mehr oder wenigen rußigen Theilen stets verunreiniget sind. Man thut in jeden Ballon 40 Pfund Ruß, und erhält daraus bis auf 6 Pfund Salmiak. In den neuern Zeiten waren in Frankreich **Baumé** und in Deutschland die Gebrüder **Gravenhorst** die ersten, welche Fabriken zur Gewinnung von Salmiak errichteten. Nachher hat man an mehreren Orten, besonders in England, dergleichen Salmiakfabriken angelegt. Man hält aber in allen diesen Fabriken das Verfahren geheim. Allein die Verwandtschaftsgesetze der küchensalzsauren Salze geben mehrere Arten an die Hand, dergleichen angegeben haben **Alberti** [α]), **Gren** [β]) und **Wiegleb** [γ]).

Verschiedene Substanzen zersetzen den Salmiak, indem sie sich mit der Salzsäure verbinden, und das Ammoniak frey machen; dahin gehören besonders die Kalkerden, der lebendige Kalk, die feuerbeständigen Alkalien und die metallischen Substanzen. Bey der Zersetzung des Salmiaks durch Kalkerden entwickelt sich zugleich die Kohlensäure der Kalkerden, und geht zugleich mit dem Ammoniak über, welcher daher in trockener fester Gestalt sehr mild, und mit einer beträchtlichen Gewichtsvermehrung erscheinet, so daß man aus 1 Pfund Salmiak, welches an sich nur 6 bis 7 Unzen Ammoniak enthält, auf solche Art 14 Unzen erhalten kann. Ehe man noch die Kohlensäure kannte, suchte man diese Erscheinung auf mancherley Art zu erklären. **Duhamel** [δ]) glaubte, daß die Gewichtszunahme von einem Theile mit fortgerissener Kalkerde herrühre, und **Baumé** [ε]) leitete sie von dem Wasser der Kalkerde ab. Der gebrannte Kalk zersetzt

α) Anleitung zur Salmiakfabrik. Berlin 1780. 8.
β) In Crells neuesten Entdeckung. Th. VII. S. 19.
γ) In Demachy's Laborant im Großen. Th. II. S. 355.
δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1735.
ε) Erläuterte Experimentalchymie. Th. II. S. 118 f.

setzt den Salmiak gleich im Augenblicke der Vermischung ungemein lebhaft und geschwind. Der dabey entbundene Ammoniak läßt sich freylich nicht in fester Gestalt darstellen, sondern erscheinet entweder in Gasform, oder wird im Wasser aufgelöset unter dem Nahmen des caustischen Salmiakgeistes (spiritus salis ammoniaci cum calce viua, Alcali fluor). Der Rückstand beyder Destillationen ist salzsaurer Kalk, welchem man den uneigentlichen Nahmen des fixen Salmiaks gegeben hat.

Durch die Verbindung der feuerbeständigen Alkalien mit dem Salmiak entwickelt sich sogleich das Ammoniak daraus entweder im milden oder ätzenden Zustande, je nachdem sie kohlensauer oder rein sind. Die Salzsäure des Salmiaks hingegen verbindet sich mit ihm zum Digestivsalze oder Kochsalze, je nachdem man Gewächsalkali oder Mineralalkali anwendet. Wenn man also Salmiak mit feuerbeständigem Alkali zusammenreibet, so entstehet sogleich ein urinöser Geruch von dem fortgehenden Ammoniak. Das so genannte englische Riechsalz ist ein solches Gemenge, aus drey Theilen trocknem gepulverten Weinsteinsalze, und einem Theile geriebenen Salmiak, in einem Glase mit eingeriebenem Stöpsel recht unter einander geschüttelt, und mit etwas Wasser befeuchtet.

Die meisten Metalle treiben aus dem Salmiak das Ammoniak mit Hülfe des Feuers, ätzend und flüchtig aus, und verbinden sich mit der Salzsäure, wodurch Silber und Bley in Hornsilber und Hornbley verwandelt werden. Mischt man aber die Metalle in geringem Verhältnisse bey, und veranstaltet eine Sublimation durch starke Hitze, so steigt der Salmiak unzersetzt mit auf, und man erhält metallische Salmiakblumen (ens martis, ens Veneris) oder Verbindungen des Salmiaks mit einem metallischen Kochsalze.

Den Salmiak gebrauchet man vorzüglich zur Verzinnung des Eisens und des Kupfers, zur Schmelzung des Goldes und zum Löthen; in der Färbekunst zur Erhöhung

der Farben; mit firem Alkali versetzt zur Schnupftabacksbeize, und in der Medicin zu vielen Arzeneimitteln.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie. B. I. 1794. §. 776 u. f.

Salpeter, salpetersaures Gewächsalkali, gemeiner Salpeter (nitrum, nitrum vulgare, prismaticum, alcali vegetabile nitratum, potassinum nitricum, nitratum, nitras potassae, nitre, salpètre, nitrate de potasse) ist ein in Salpetersäure mit Gewächsalkali gesättigtes Neutralsalz.

Der Salpeter hat einen scharfen, bitterlichen, kühlenden Geschmack, und bildet ansehnliche große Krystallen, welche prismatisch, sechsflächig gestreift sind, mit sechsflächigen, pyramidalischen, mehrentheils schräg abgestumpften Endspitzen. Im Wasser sind die Krystalle ziemlich auflösbar. Bey der mittleren Temperatur erfordern sie 7 Theile, bey der Siedhitze aber kaum etwas mehr als gleiche Theile Wasser zur Auflösung, und der Salpeter läßt sich daher bequem durchs Abkühlen krystallisiren. Nach den neuern Bestimmungen **Kirwan's** *) enthält der Salpeter 0,46 Theile Laugensalz und 0,54 Salpetersäure.

Die Krystalle des Salpeters sind an der Luft beständig, ohne zu verwittern, oder zu zerfließen. Der Salpeter zerfließt in der Hitze noch vor dem Glühen, und zwar ruhig ohne sich aufzublähen. Dieser so geschmolzene Salpeter gesteht beym Erkalten zu einer festen, klingenden halbdurchsichtigen Masse, welche **mineralischer Krystall** genannt wird, und durchs Abtröpfeln auf ein Glattes kupfernes oder silbernes Blech zu kleinen Halbkugeln gebracht die so genannten **Salpeterkügelchen** oder das **Prunellensalz** (nitrum tabulatum, sal prunellae) gibt, bey deren Verfertigung man auch wohl noch Schwefel anwendet. Durch das Schmelzen des Salpeters in dieser mäßigen Hitze verlieret er nichts, als etwas von seinem Krystallisationswasser, welches er aber doch ohne anhaltendes Glühefeuer nicht ganz fahren läßt.

Im

*) Transact. of the Royal Irish Academy. Vol. IV.

Im anhaltenden Glühefeuer wird der Salpeter endlich alkalisiret. Hierbey wird die Salpetersäure zerleget, und wenn man die Operation nicht bis zum gänzlichen Alkalisiren des Salpeters treibt, so bleibt **salpetrigtsaures Gewächsalkali** (potassinum nitrosum, nitrites de potasse) zurück, aus dem sich sogar durch Essigsäure die salpetrige Säure in Gestalt rother Dämpfe austreiben läßt.

Wenn man den Salpeter mit einem brennenden Körper in Berührung bringt, oder einen verbrennlichen Körper auf ihn trägt, wenn er glühend im Flusse ist, so entzündet er sich mit einem Geräusche, welches man das **Verpuffen** nennt, wovon ein eigener Artikel handelt. Durch dieses Verpuffen wird der Körper sogleich zersetzt, und dem Salpeter seine Säure entzogen; daher ist der Rückstand der Verpuffung oder der uneigentlich so genannte **fixe Salpeter** das bloße Gewächsalkali des Salpeters, welches durch den verbrennlichen Körper mehr oder weniger verändert ist. Salpeter mit Kohlenstaub verpufft gibt auf diese Art ein Alkali, welches wegen der aus der Kohle entwickelten Kohlensäure nicht ganz ätzend ist. An der Luft zerflossen nennt man es **Glaubers Alkahest** (liquor nitri fixi). Durch Verpuffung des Salpeters mit Weinstein entstehen die Flüsse. M. s. **Fluß**; mit Schwefel erzeuget sich ein vitriolisirter Weinstein. Von den Wirkungen des Salpeters im Schießpulver und Knallpulver s. m. **Schießpulver, Knallpulver.**

Durch die Schwefelsäure wird der Salpeter auf beyden Wegen, durch die an einem erdigen oder metallischen Grundstoff gebundene Schwefelsäure, durch Sedativsalz, Arsenik, Phosphorsäure und Kochsalzsäure nur auf dem trockenen Wege zersetzet. Diese Substanzen zerstören die Salpetersäure nicht, sondern machen sie bloß vom Alkali frey, mit welchem sie sich anstatt ihrer verbinden. Wenn man also diese Operation in Destillirgefäßen unternimmt, so gewinnt man dadurch die Salpetersäure, und der Rückstand ist ein Neutralsalz aus dem Gewächsalkali und der zur Zersetzung angewandten Säure.

Den Salpeter findet man natürlich in einigen Wässern, auf der Oberfläche der Erde an gewissen Orten in Indien, welchen man **Kehrsalpeter** (salpètre de houssage) nennt, und durch Auflösen im Wasser, Durchseihen und Anschießen rein erhält; auch in Spanien, in Niederungarn, im Würzburgischen, in Kalkschichten des Berges Pulo im Gebiete von Molfelta in Sicilien findet sich natürlicher Salpeter. Auch hat man ihn in dem Safte einiger Pflanzen angetroffen, worin er aber wohl mehr von dem Boden, worauf sie wachsen, als von diesen selbst, herzuleiten ist.

Den meisten Salpeter aber gewinnt man aus der Erde, welche nach der Verwesung thierischer und vegetabilischer Körper zurück bleibt. Es wächst nämlich aus selbiger eine Art von Salz, gleichsam wie zarte Schneeflecken, durch eine Krystallisation heraus, und wenn man nun solche Erde mit einer Lauge von Holzasche auslauget, und dann abraucht, so erhält man durchs Krystallisiren mehr oder weniger wirklichen Salpeter. Hierauf beruht die Gewinnung des gewöhnlichen Mauersalpeters in den Salpeterplantagen; meistens ist dieser eine wahre **salpetersaure Kalkerde**, die man durch Zusatz von Aschenlauge oder Potasche in den Salpetersiedereyen erst in gemeinen Salpeter, oder salpetersaures Gewächsalkali verwandelt. Die bloße Kalkerde, der Luft ausgesetzt, wird aber nie zum salpetersauren Kalke. Vielmehr sind dazu allemahl verwesende vegetabilische oder thierische Substanzen nöthig. Auch lehret die Erfahrung, daß ohne den gehörigen Grad der Feuchtigkeit die Salpetererzeugung in ganz trockenen Erden nicht geschiehet, und daß hauptsächlich an der Oberfläche derselben, und da, wo die Luft Zugang hat, diese Salpetererzeugung Statt hat. Indessen scheinet Herrn **Gren** der Zugang der Luft und die Feuchtigkeit nicht sowohl unmittelbarerweise zur Salpetererzeugung beyzutragen, als vielmehr nur in so fern sie Bedingungen der Verwesung organischer Stoffe sind. Daher ist Herr **Gren** der Meinung, daß es zur vollkommensten Salpetererzeugung am gemäßesten sey: 1) Wände von solchen

Materialien locker aufzuführen, in welchen nicht allein Verwesung organischer Produkte vor sich geht, sondern wo auch Stoffe zugegen sind, durch welche die Salpetersäure fixiret werden kann; also Dammerde, Sumpferde, Erde aus Viehställen, Mist von Thieren, zerstickte Pflanzen, und Abgänge thierischer Theile, mit der hinreichenden Menge von Kalk vermischt, und überhaupt fäulnißfähige und verwesende Körper selbst, nebst der Kalkerde, mit als Materialien der Wände aufzunehmen; 2) um die Salpeterwände herum und nahe daran Gruben anzulegen, in welchen vegetabilische und thierische Körper, bey dem gehörigen Grade der Feuchtigkeit, der Fäulniß unterworfen werden, wobey zugleich noch der Nutzen ist, daß die davon übrig bleibende Erde wieder zur Aufführung neuer Wände gebrauchet werden kann; 3) die Wände dadurch feucht zu erhalten, daß man oben auf ihrem Rande Furchen anbringt, in welche man von Zeit zu Zeit Mistlake, Harn, Jauche aus den faulenden Gruben u. dergl. gießen läßt; 4) die Wände gegen das Auswaschen vom Regen vermittelst eines Obdaches und eigener Schuppen zu schützen. Der an diesen Wänden erzeugte Salpeter wird alsdann gehörig ausgelaugt, und weil er mehrentheils eine wahre salpetersaure Kalkerde ist, durch Hülfe des Gewächsalkali, und nachheriger Krystallisirung als wahrer Salpeter gewonnen. Gewöhnlich ist der erste angeschossene Salpeter noch gelb von Farbe, und mit Digestivsalz oder Kochsalz mehr oder weniger verunreiniget. Hiervon kann er aber durch wiederholtes Auflösen und behutsames Krystallisiren gereiniget werden, weil die letztern Salze weniger Wasser zur Auflösung in der Kälte erfordern, als der Salpeter.

Der Gebrauch des Salpeters ist sehr groß und wichtig. Vorzüglich dienet er zur Bereitung des bekannten Schießpulvers, und in der Chemie zur Reinigung des Goldes und Silbers von den unedlen Metallen, deren Verkalkung er sehr beschleuniget, ingleichen zur Zusammensetzung der Flüsse und zum Verglasen. Auch zur Entbindung der Lebensluft

ist er vorzüglich geschickt, und dieserwegen besonders in Krankenzimmern sehr vortheilhaft zu gebrauchen, so wie er überhaupt in der Medicin sehr häufig angewendet wird.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. §. 666 u. f. Th. II. §. 2008 u. f.

Salpeterartige Luft, Salpetergas s. Gas, salpeterartiges.

Salpetergeist, Salpetersalmiak s. Salpetersäure.

Salpetersäure (acidum nitri, acidum nitricum, acide nitrique) ist eine der vornehmsten mineralischen Säuren, welche aus dem gemeinen Salpeter gewonnen wird.

Gießt man auf den Salpeter Vitriolöl, so entsteht ein Aufbrausen und eine Erhitzung, und es entbindet sich sogleich eine Menge eines rothgelben, scharfen Rauchs, der sich durch Destillation zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichten läßt. Wenn man also auf gereinigten, getrockneten, fein gepulverten Salpeter in einer gläsernen Retorte die Hälfte starkes Vitriolöl gießt, welches wegen entstehender Erhitzung nur nach und nach, und unterm öftern Umschütteln geschehen muß, und dann aus einem schon erwärmten Sandbade, nachdem man die Vorlage gehörig vorgekittet hat, behutsam destilliret, so gehen zuerst gelbliche, nachher rothe Nebel in die Vorlage über, die sich langsam zu einer röthlich gelben Flüssigkeit verdicken, welche zugleich auch tropfenweise übergehet. Man unterhält die Hitze so lange, bis keine Dämpfe mehr kommen. Diese so erhaltene Flüssigkeit ist sehr sauer und ätzend, und hat den Nahmen des **rauchenden Salpetergeistes** (spiritus nitri fumans Glauberi) erhalten. Ihr specifisches Gewichte ist bis 1,583 gegen das Wasser. Sie stößt bey Berührung der Luft röthlich gelbe Nebel aus, womit auch der übrige Raum in den Standflaschen, worin man sie aufbewahret, erfüllt ist. Sie zieht Feuchtigkeit stark an, erhitzt sich bey der Vermischung mit Wasser, wobey die Entwickelung der röthlichen Nebel noch weit häufiger wird. Bey dieser Verdünnung mit Wasser wird sie erst

grün, bey noch mehr zugesetztem Wasser blau, und verschwindet alle Farbe.

Die gelbe oder röthliche Farbe, und die Eigen röthlich gelbe Nebel auszustoßen, kommt der vollkom Salpetersäure, als solcher, nicht zu, sondern setzt scho Modifikation derselben voraus und rührt von minder vol mener Salpetersäure her. Wenn man also den rauch Salpetergeist aus einer gläsernen Retorte im Sandbat ganz gelindem Feuer nochmahls destilliret, so erhebt si rauchende Theil zuerst, und der Rückstand verlieret e alle seine Farbe und seine rauchende Beschaffenheit. so wird diese flüchtigere rauchende Säure bey der V schung mit Wasser von der übrigen Säure geschieden, die farbenlose zurückbleibende verdünnte Säure ist a reine **vollkommene Salpetersäure** anzusehen.

Sonst bedient man sich zur Austreibung der Sal säure aus dem Salpeter statt des Vitriolöls im G auch des bis zur rothen Farbe gebrannten Vitriols. destilliret sieben Theile davon mit acht Theilen trockene pulverten Salpeter aus großen irdenen beschlagenen Ret an welche man große Vorlagen mit Verstößen verkitte worin man etwas Wasser vorgeschlagen hat; oder auch gegossenen eisernen Kolben mit thönernen oder gläsernen men. Die verkäufliche Salpetersäure ist wegen ihrer S chung mit Wasser gewöhnlich farbenlos und nicht rauc Man nennt sie **Scheidewasser** (aqua fortis), auch sch weg **Salpetergeist** (spiritus nitri). Mehrentheils sehr mit Schwefelsäure und salziger Säure verunreinige

Der rauchende, röthlich gefärbte Antheil des rau den Salpetergeistes, welcher sich nur sehr schwer zur den Flüssigkeit verdichtet, ist sehr flüchtig, und wird **vollkommene Salpetersäure, Salpetersaures, sa trige Säure** (acidum nitrosum, acide nitreux), nannt. Sie ist in desto größerer Menge im rauchenden petergeiste enthalten, je rauchender das Vitriolöl war, sen man sich zur Austreibung desselben bedienet. Es w

sch

scheidet sich diese Säure von der vollkommenen Säure nach dem neuesten Systeme darin, daß bey der letztern die säurefähige Grundlage mit dem Sauerstoffe völlig gesättiget ist, bey der erstern aber dieselbe einen geringern Antheil von Sauerstoff enthält. Daß in der unvollkommenen Salpetersäure die säurefähige Grundlage mit weniger Sauerstoff verbunden sey, als in der vollkommenen Salpetersäure, erhellet aus mehreren Erfahrungen. Wenn man nämlich Salpeter in einer gläsernen beschlagenen Retorte, welche mit dem pnevmatischen Apparate in Verbindung ist, glühen läßt, so geht eine große Menge Sauerstoffgas über, und zuletzt entwickeln sich auch Dämpfe von unvollkommener Salpetersäure, wenn die Retorte dem Schmelzen gehörig widerstehet. Die zurückbleibende Salzmasse schmeckt alkalisch, läßt aber beym Aufgießen, selbst von schwächern Säuren, wie von Essigsäure, die sonst die Salpetersäure nicht austreiben, rothe Dämpfe fahren, und gibt unvollkommene Salpetersäure. Hier wird nämlich der vollkommenen Salpetersäure durch das Feuer ein Antheil Sauerstoff entzogen, welcher damit als Sauerstoff austritt, und die säurefähige Grundlage der Salpetersäure bleibt mit weniger Sauerstoff verbunden als unvollkommene Salpetersäure beym Alkali zurück, bis auch durch die anhaltende Hitze ein größerer oder geringerer Antheil derselben ausgetrieben wird. Auch wenn vollkommene Salpetersäure durch eine glühende gläserne Röhre getrieben wird, liefert sie Sauerstoffgas und unvollkommene Salpetersäure. Endlich, wenn man ungefärbte concentrirte Salpetersäure in einer recht durchsichtigen Retorte, die in Verbindung mit der pnevmatischen Geräthschaft ist, den Sonnenstrahlen aussetzet, so entwickelt sich Sauerstoffgas, und die rückständige Salpetersäure wird wieder gefärbt. Dunkele Wärme, ohne Licht, bewirket diese Veränderungen nicht.

Nach dem Brennstoffsystem beruhet der Unterschied der vollkommenen und unvollkommenen Salpetersäure nicht bloß darin, daß die unvollkommene Salpetersäure weniger Sauer-

stoff, sondern auch darin, daß sie mehr Brennstoff enthäl
Daher nannten auch die Herren **Bergmann** und **Scheel**
die unvollkommene Salpetersäure **phlogistisirte Salp**
tersäure, weil sie die rothe Farbe von der Verbindung de
selben mit dem Phlogiston ableiteten, die vollkommene Sa
petersäure aber **dephlogistisirte Salpetersäure**, we
durch die Destillation des rauchenden Salpetergeistes d
phlogistisirte Geist abgeschieden werde. So entsteht selb
aus der vollkommenen Salpetersäure unvollkommene, wen
jene Gelegenheit hat, sich mit Brennstoff zu verbinde
in welchem Falle sie einen Theil Sauerstoff dagegen entläß
Bey der den Sonnenstrahlen ausgesetzten concentrirten Sa
petersäure verbindet sich diese mit dem Brennstoff z
unvollkommenen Salpetersäure, während der Sauerstoff si
mit dem Wärmestoffe zur Lebensluft verbindet. Auch i
dem Salpeter läßt sich durch bloßes Glühen desselben d
darin befindliche Salpetersäure zerlegen, Lebensluft austreibe
und die Salpetersäure phlogistisiren. Sonst wandte ma
auch den Salpeter vorzüglich zur Bereitung der Lebenslu
an, und aus ihm stellten sie ihre Erfinder, **Priestley** un
Scheele, zuerst dar.

Auch unterscheidet sich die vollkommene Salpetersäu
von der unvollkommenen durch ihre Verbindungen mit Alka
lien und Erden, und durch ihre weit schwächere Verwand
schaft dagegen. Nach der neuern Nomenklatur nennt ma
daher auch die mit der vollkommenen Salpetersäure bereit
ten Neutral- und Mittelsalze nitrates; die mit der unvol
kommenen Säure verfertigten nitrites. Herr **Gren** nenn
jene **salpetersaure** (salia nitrica), und diese **salpetrigsaur**
(salia nitrosa). Von den letztern macht man übrigen
keine Anwendung und keinen Gebrauch.

Alle Körper des Thier- und Gewächsreichs zersetzen di
Salpetersäure, und entziehen ihr durch ihren Kohlenstoff de
größesten Antheil Sauerstoff, so daß sie dadurch nun von an
derer Natur und anderm Verhalten erscheinet. Wenn ma
concen

concentrirte Salpetersäure über dergleichen Körper abziehet, so erfolget nicht selten eine Entzündung. Die ätherischen Oele sowohl als auch die ausgepreßten verdichtet sie zu einer Art von Harz, unter Entwickelung eines häufigen braunrothen Rauchs, und einer starken Erhitzung und Aufwallung, welche selbst bis zur Entzündung gehen kann, besonders wenn man die concentrirte Salpetersäure noch mit starkem Vitriolöl versetzt. Ueberhaupt können alle ätherische Oele, besonders die, welche im Wasser zu Boden sinken, und auch die austrocknenden milden Oele durch die Salpetersäure allein entzündet werden, wenn sie nicht in so kleinen Portionen mit nicht zu wenigem Oele vermischt wird. Indessen gelingt der Versuch mit den leichten ätherischen Oelen und mit den milden Oelen sicherer, wenn man Vitriolöl zu Hülfe nimmt. **Borricka** α) entdeckte zuerst im Jahre 1671 die Entzündung des Terpentinöls mit der Salpetersäure; **Slare** β) und **Homberg** γ) entzündeten die ätherischen Oele; **Rouviere** bemerkte diese Entzündung auch an den brenzlichen Oelen, **Hoffmann** δ) und **Geofroy** ε) der Jüngere entdeckten endlich, daß die rauchende Salpetersäure in Verbindung der concentrirten Schwefelsäure die Entzündung weit besser zu Stande bringe, und auch selbst das Terpentinöl entzünden könne. **Rouelle** ζ) zeigte, daß sich dadurch auch die milden Oele anzünden ließen.

Die Dämpfe der phlogistisirten Salpetersäure lassen sich bey Ausschließung der Luft in wirklicher luftförmiger Gestalt durch Hülfe der Wärme darstellen. M. s. **Gas, salpeterartiges.**

α) In *Thom. Bartholini* act. med. et philosoph. Hafniens. an. 1671. S. 133.
β) Philosoph. transact. Vol XVIII. Nro. 213. S. 200. übersetzt in Crells chem. Archiv. B. I. S. 105.
γ) Mémoir. de l'Academ. roy. des scienc. de Paris 1701. S. 129. übersetzt in Crells chem. Archiv. B. II. S. 250.
δ) Observat. phys. chym. Lib. II. obs. 3.
ε) Mémoir. de l'Academ. roy. des scienc. de Paris 1726. S. 95. übers. in Crells chem. Archiv. B. III. S. 89.
ζ) Mémoir. de l'Academ. roy. des scienc. de Paris 1747. S. 34.

Die Salpetersäure ist eines der mächtigsten Auflösungsmittel. Die Alkalien löset sie sehr leicht auf, und bildet mit dem Gewächsalkali den **gemeinen Salpeter**; mit dem Mineralalkali den **Rhomboidalsalpeter**, und mit dem Ammoniak den **Salpetersalmiak**. Indessen hat die Schwefelsäure gegen die Alkalien eine größere Verwandtschaft, als die Salpetersäure; daher wird der Salpeter durch das Vitriolöl zersetzt, und seine Säure frey gemacht. Dabey hat Herr **Baumé** gefunden, daß die Salpetersäure auf dem nassen Wege auch die Schwefelsäure von den Alkalien trennen könne, welches wider die Regeln der Verwandtschaft zu seyn scheinet. Wenn man nämlich vitriolisirten Weinstein oder Glaubersalz durch Hülfe der Wärme in gleichen Theilen starken Scheidewassers auflöset, so verbindet sich ein Theil Salpetersäure mit dem Alkali dieser schwefelsauren Neutralsalze, und es schießt während des Erkaltens der Mischung entweder ein prismatischer oder ein Rhomboidalsalpeter auf dem Boden des Gefäßes an. Herr **Scheele** hat aber entdecket, daß nur ein Drittheil des vitriolisirten Weinsteins dadurch zerleget werde, und der übrige unverändert bleibe, auch wenn man noch mehr Salpetersäure zugieße. Daher ist es wahrscheinlicher, daß durch das Uebermaß der Salpetersäure ihre sonst geringere Verwandtschaft größer werde, und daher einen Theil Alkali dem Neutralsalze entziehet, und sich damit zum Salpeter verbindet.

Auch löset die Salpetersäure die absorbirenden Erden leicht auf, und bildet mit ihnen Mittelsalze, wie z. B. salpetersaure Kalkerde, salpetersaure Talkerde, salpetersaure Bittererde, salpetersaure Schwererde u. s. f.

Die Salpetersäure greift alle Metalle an, und löset sie auf; Gold und Platina aber nur in Verbindung mit der Salzsäure. M. s. **Königswasser**. Bey dieser Auflösung erfolget Aufbrausen und ein Erhitzen, wobey sich das Salpetergas entwickelt. Mit einigen Metallen erzeuget sie krystallisations- und verpuffungsfähige Salze, wie z. B. mit Silber, Bley, Wismuth u. s.; mit den übrigen Metallen aber

aber bildet sie bloß zerfließbare Salze, welche sich zum Theil durch Absonderung der metallischen Kalke von selbst zersetzen.

Mit dem Weingeiste vermischt sich die Salpetersäure sehr leicht, wodurch diese einen großen Theil ihrer sauren Beschaffenheit verlieret, und in den **versüßten Salpetergeist** (spiritus nitri dulcis) verwandelt wird. Auch ohne Destillation liefert schon die Salpetersäure mit dem Weingeiste vermischt einen Aether, den **Salpeteräther** oder die **Salpeternaphtha** (aether, naphtha nitri).

Von der Natur der Salpetersäure konnten die ältern Chemiker nichts Befriedigendes anführen. Aus der Erzeugungsart derselben glaubten sie, daß sich diese Säure, als ein in der Luft verbreiteter einfacher Stoff, nach und nach an die in der Luft befindlichen Materien anhänge. Der jüngere **Lemery** [α]) war der Meinung, daß sich dieser einfache Stoff vielmehr in thierischen und vegetabilischen Substanzen befinde, ohne welche kein Salpeter erzeuget werden kann. **Stahl** hielt diese Säure wegen der sehr großen Verwandtschaft zum Phlogiston für eine durch Verbindung mit phlogistischen Stoffen abgeänderte allgemeine Säure oder Vitriolsäure, und betrachtete die Fäulniß der thierischen und vegetabilischen Substanzen als das Mittel, dessen sich die Natur bediene, um diese eigene Art der Verbindung zu bewirken. **Stahl** [β]) und **Pietsch** [γ]) haben diese Meinung ausführlich vertheidiget. Noch mehrere Hypothesen über diesen Gegenstand enthält eine von der Pariser Akademie veranstaltete Sammlung [δ]), dergleichen auch **Weber** [ε]) erwähnet.

Die neuere Chemie hat in dieser Sache mehr Aufschluß gegeben. Hiernach besteht die Salpetersäure aus Sauerstoff

 und

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1717.

β) Schriften von der natürlichen Erzeugung und Nutzbarkeit des Salpeters. Frankf. u. Leipz. 1734. 8.

γ) Preisschrift von Erzeugung des Salpeters. Berlin 1750. 4.

δ) Recueil de mémoir. et d'observat. sur la format. et fabricat. du salpêtre. à Paris 1776. Sammlung von Nachrichten und Beobachtungen über die Verfertigung des Salpeters. Dresd. 1778. 8.

ε) Vollständ. theoret. und prakt. Abhandlungen von dem Salpeter. Tübing. 1779. 8.

und Stickstoff. Dieß beweisen die Antiphlogistiker sowohl durch ihre Analysis als auch durch ihre Synthesis. Man vermische einen Theil Kohlenpulver mit drey Theilen Salpeter, bringe einen Theil von diesem Gemenge in das genau geschlossene Ende eines Flintenlaufs, stampfe es fest, lege dieß Ende zwischen Kohlen, und den Flintenlauf stark geneigt mit seiner Mündung unter dem Trichter der mit Wasser gefüllten Wanne des pnevmatischen Apparats. So wie die Stelle, wo sich das zu verpuffende Gemenge endiget, glühend wird, hebt die Verpuffung an, und verbreitet sich nach und nach durch die ganze Masse mit heftiger und häufiger Entwickelung von Gas. Nach Endigung des Versuchs findet man den Salpeter im Flintenlaufe zerstöret, und an seiner Stelle kohlensaures Gewächsalkali mit mehr oder weniger unverbrannter Kohle; die übergegangene Luft besteht aus kohlensaurem Gas und Stickgas. Da die Kohlensäure, die sich hierbey bildet, nicht anders erzeuget werden kann, als daß die Kohle der Salpetersäure den Sauerstoff entzieht; da ferner alle Salpetersäure hierbey verschwindet, und auch das Sperrwasser beym Versuch davon nichts enthält; da ferner eine so große Menge von Stickgas hierbey zum Vorschein kommt, so folget, daß der **Stickstoff** als Radikal der Salpetersäure oder ihr säurefähiges Substrat ausmache. Da sich die Quantität der bey diesem Prozeß erzeugten Kohlensäure und der dabey verzehrten Kohle bestimmen läßt, so kann man auch aus dem schon bekannten Verhältnisse des Kohlenstoffs zum Sauerstoff in der Kohlensäure, und der Quantität des gesammelten Stickgas schließen, wie das Verhältniß des Sauerstoffs zum Stickstoff in der im Salpeter befindlichen höchst concentrirten Salpetersäure sey. Herr **Lavoisier** bestimmte die Zusammensetzung dieser Salpetersäure sehr nahe aus 0,205 Stickstoff und 0,795 Sauerstoff.

Durch die Synthesis der Salpetersäure zeiget sich dieß eben so auf folgende Art: Unter eine auf dem Quecksilber- oder Wasserapparate stehende, und mit salpetrigem Gas gefüllte Glocke lasse man Sauerstoffgas gehen; in dem Augenblicke,

genblicke, da sich beyde Gasarten berühren, entstehen rothe Dämpfe, beyde Gasarten verdichten sich, und machen zusammen Salpetersäure, dabey wird etwas Wärmestoff frey. Es fehlt also dem salpetrigen Gas weiter nichts, als etwas Sauerstoff, um sich in Salpetersäure zu verwandeln. Wenn man ferner eine Mischung von Sauerstoffgas, Wasserstoffgas und Salpeterstoffgas einer hohen Temperatur aussetzet, so entstehet schwache Salpetersäure, indem sich der Sauerstoff sowohl mit dem Wärmestoffe als mit dem Salpeterstoffe verbindet, mit dem ersten Wasser, und mit dem zweyten Salpetersäure, folglich eine Mischung von Salpetersäure und Wasser macht. Auch beweiset dieß der Versuch des **Cavendish**, welcher den elektrischen Funken zu wiederholten Mahlen durch eine Mischung von Sauerstoffgas und Stickstoff gehen ließ, und dadurch Salpetersäure erhielt, so wie besonders die merkwürdigen Versuche von **Milner** *) das nämliche darthun, indem nämlich die Dämpfe des siedenden flüchtigen Laugensalzes, wenn sie durch ein mit Braunstein gefülltes und glühend gemachtes eisernes Rohr gehen, Salpeterdämpfe geben. Es wird hierbey das flüchtige Alkali in seine Bestandtheile zerleget, und sein Stickstoff bildet mit dem Sauerstoffe des Braunsteins Salpetersäure.

Der Stickstoff ist also das säurefähige Substrat der Salpetersäure, und erscheint nach Maßgabe des Verhältnisses des damit verbundenen Sauerstoffs in verschiedener Form und Natur. Mit etwa vier Theilen Sauerstoff macht er die Salpetersäure, mit etwa drey Theilen desselben unvollkommene Salpetersäure, mit nahe zwey Theilen desselben die Basis des Salpetergas, und mit wenig mehr als gleichen Theilen Sauerstoff die Basis des salpeterhaltigen Stickgas.

So viel scheint nun wohl als Thatsache ausgemacht zu seyn, daß die Natur bey der Verwesung organischer Körper Stickstoff, welcher ein Bestandtheil derselben ist, mit Sauerstoff

*) Philos. transact. Vol. LXXIX. Par. II. p. 300 seqq. über die Erzeugung der Salpetersäure und der Salpeterluft in Grens Journ. der Phys. B. III. S. 83 f.

stoff des Wassers oder der Atmosphäre zur Salpetersäure vereiniget, und diese in so fern ein Produkt der Verwesung genannt werden kann. Daß aber Sauerstoffgas und Stickgas durch ihre Vermischung keine Salpetersäure geben, das hindert die Verwandtschaft ihrer respektiven Grundlagen zu dem Wärmestoff, womit sie in diesen Gasarten vereinigt sind.

Ueber das Azote oder den Stickstoff ist man nur noch nicht einig. Die Antiphlogistiker betrachten ihn als einen einfachen Stoff, die Phlogistiker hingegen zusammengesetzt aus einem eigenen Substrat und dem Brennstoff. Nach Herrn **Göttlings** Versuchen soll er aus Sauerstoff mit Lichtstoff verbunden bestehen. M. s. **Stickstoff.**

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 646 u. f. dessen Grundriß der Chemie. Th. I. Halle 1797. 8. §. 469 u. f. Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 141 u. f.

Salpetersaure Luft s. **Gas, salpeterartiges.**

Salpeterstoff s. **Stickstoff.**

Salpeterstoffgas s. **Gas, phlogistisirtes.**

Salze (salia, sales, sels). Unter diesem Nahmen versteht man eine eigene Hauptgattung der mineralischen Körper, welche sich von den übrigen dadurch unterscheiden, daß sie sich im Wasser auflösen lassen, und auf der Zunge einen merklichen Geschmack erregen. Ein solches Salz ist das bekannte **Küchensalz** oder das **gemeine Salz**, welches zur Bereitung der Speisen gebraucht wird, und zur Benennung der Salze Veranlassung gegeben hat. Doch gibt es einige Körper, welche sich im Wasser auflösen lassen, und auf der Zunge einen Geschmack geben, und gleichwohl nicht zu den Salzen gerechnet werden, wie z. B. einige Gummis, die gebrannte Kalkerde; daher ist man verbunden, eine künstliche Grenzlinie zwischen diesen und den eigentlich so genannten Salzen zu ziehen, und diese so zu erklären, daß es Körper sind, die sich in weniger, als 200 Mahl so viel kochendem Wasser auflösen lassen, und Geschmack erregen.

Die

Die Auflösbarkeit der Salze im Wasser ist sehr verschieden. Einige erfordern mehr, andere weniger davon. Von den meisten löset siedendes oder heißes Wasser mehr auf, als kaltes, nur einige wenige lösen sich zwar im erstern schneller, aber nicht in einer viel größern Menge auf. Verschiedene Salze haben sogar eine starke Verwandtschaft zum Wasser, daß sie nie für sich in einem trockenen Zustande dargestellt werden können, und heißen daher **stets flüssige Salze.** Einige im Wasser sehr auflösbare Salze können zwar trocken dargestellt werden, sie ziehen aber bald die Feuchtigkeit der Luft wegen ihrer starken Verwandtschaft zum Wasser an sich, und werden davon aufgelöset, oder zerfließen an der Luft, und heißen **zerfließbare Salze.** Die festen Salze schießen durchs Abdampfen und Erkalten aus ihren Auflösungen, wenn die Arbeit gehörig verrichtet wird, in Krystallen an, welche für jede Art Salz eine eigenthümliche Gestalt besitzen. M. s. **Krystallisation.**

Die Anzahl der Arten von Salzen, welche die Natur und Kunst darstellen, ist beträchtlich groß, und es finden sich bemerkenswerthe Unterschiede ihrer Eigenschaften und ihres Verhaltens gegen andere Körper, so daß man der bessern Uebersicht wegen genöthigt wird, diese Klasse von Körpern in Ordnungen, Gattungen und Arten abzutheilen. Gewöhnlich werden sie in Rücksicht ihrer näheren Bestandtheile in **einfachere** und in **zusammengesetztere** eingetheilt. Die Gattungen der ersten Ordnung sind: die **Säuren** und **Alkalien**; die Gattungen der andern Ordnung: die **Neutralsalze, Mittelsalze, metallische Salze.**

Was die Säuren und Alkalien betrifft, wovon eigene Artikel dieses Wörterbuchs handeln, so sind es zwey Gattungen, welche in Ansehung ihrer Wirkungen einander als entgegengesetzt zu betrachten sind, indem das Hinzukommen der einen die Eigenschaften der andern schwächt, und zuletzt beym Sättigungspunkte ganz aufhebt. So wird z. B. die durch die Säure bewirkte veränderte Farbe der Lackmustinktur durch das Alkali wieder aufgehoben; auch wird der

saure

saure und ätzende Geschmack der Säuren durch Beymischung von Alkalien gemildert, so wie der urinöse und stechende Geschmack durch Beymischung von Säuren aufgehoben wird. Die Anzahl der Säuren ist bis jetzt schon groß, und sind vermuthlich noch neuere zu entdecken; da hingegen die Alkalien sich beständig bey ihrer Anzahl halten.

Wenn die verschiedenen Arten der Säuren mit den Alkalien bis zum Sättigungsgrade mit einander vermischt werden, so entspringen daraus neue salzige Verbindungen von eigener Natur und Beschaffenheit, in welchen die Säuren und Alkalien ihre Eigenschaften gänzlich verloren haben. M. s. **Neutralsalze.**

Auch verbinden sich die Säuren mit einigen Erden und Metallkalken, und aus dieser Verbindung entsteht eine eigene Gattung von Salzen, welche überhaupt **Mittelsalze** heißen, und zwar insbesondere Mittelsalze mit einem erdigen, und Mittelsalze mit einem metallischen Grundtheile. M. s. **Mittelsalze.**

Endlich entstehen noch salzige Substanzen aus Verbindungen mehrerer Neutral- und Mittelsalze unter einander selbst. Dergleichen findet man theils schon in der Natur, theils auch bey Zerlegungen der Körper, und theils werden sie vorsetzlich durch die Kunst bereitet. Diese heißen **zusammengesetzte** dreyfache und vierfache **Mittelsalze.** Dergleichen sind das englische Purgirsalz, der tartarisirte Borax u. s. f.

Die ältern Chemiker waren geneigt, alle Salze überhaupt auf ein einziges zu bringen, und die übrigen bloß als Arten von diesem zu betrachten. **Stahl** *) hat besonders diese beyden Sätze zu vertheidigen gesucht, daß die Schwefelsäure die einzige an sich selbst und wesentlich salzartige Substanz sey, welche durch Verbindung mit andern Körpern alle übrige Salze bilde, und daß diese Säure selbst aus der innigen Verbindung einer zarten Erde mit Wasser bestehe.

*) Beweis von den Salzen, daß dieselben aus einer zarten Erde mit Wasser innig verbunden bestehen. Halle 1723. 8. 2te Aufl. von J. Joach. Lange. Halle 1765. 8.

bestehe. Auch hat sich **Macquer** sehr viel Mühe gegeben, diese beyden Sätze sehr wahrscheinlich zu machen. Daher die Schwefelsäure den Nahmen der **allgemeinen Säure** (acidum catholicum, primigenium) erhalten hat. Allein man hat noch auf keine Weise darthun können, daß sich irgend eine Salzart in eine andere verwandeln lasse. Es hat zwar **Pietsch** [a]) einige Erfahrungen für diese Meinung angegeben, sie beweisen aber bloß die Aehnlichkeit gewisser Salze, aber nicht die Entstehung des einen aus dem andern. **Stahls** zweyter Satz, daß nämlich alle Salze aus einer feinen Erde und Wasser zusammengesetzt sind, gehört eigentlich **Bechern** zu, welcher Erde und Wasser für die einzigen Grundstoffe aller Körper hielt. Einige, welche das Feuer als den Grund aller Aetzbarkeit betrachteten, haben auch dieses Element zu den Bestandtheilen der Säuren und der ätzenden Alkalien angesehen. M. s. **Kausticität**; noch andere haben ein eigenes durch die ganze Natur verbreitetes Salzwesen mit zu den ersten Grundstoffen gerechnet. M. s. **Grundstoffe**. Allein alle diese Hypothesen sind gar nicht wahrscheinlich. Ueberhaupt vermögen wir nichts von dem Wesen der Salze anzugeben.

Salzgeist s. **Salzsäure**.

Salzsäure, Kochsalzsäure, Küchensalzsäure, Seesalzsäure, Seesäure, salzige Säure, phlogistisirte Salzsäure (acidum salis, acidum salis communis s. culinaris, acidum muriaticum, acide marin, acide muriatique). Diese Säure heißt diejenige mineralische Säure, welche in dem Küchensalze und Seesalze als ein Bestandtheil desselben enthalten ist.

Wenn man auf Küchensalz Vitriolöl gießt, so entsteht sogleich eine beträchtliche Erhitzung und ein Aufbrausen, und es entwickeln sich häufige weiße Nebel von einem eigenthümlichen sauren und scharfen Geruche und Geschmacke. Fängt man diese Nebel vermittelst einer Destillation auf, und verdichtet sie durch so wenig Wasser als möglich, so gewinnt man

a) Preisschrift von Erzeugung des Salpeters. Berlin 1750. 4.

man einen saure Flüssigkeit, die gewöhnlich **rauchender Salzgeist** (spiritus salis fumans *Glauberi*) genannt wird. **Glauber** hat dieß Verfahren, und den dadurch erhaltenen Salzgeist zuerst bekannt gemacht; auch nennt man den Rückstand, der aus einer Verbindung der Schwefelsäure mit dem Mineralalkali des Salzes besteht, noch bis jetzt **Glaubersalz, Wundersalz** (sal mirabile *Glauberi*).

Diese saure Flüssigkeit ist eine Säure eigener Art, welche im neuern Systeme **Kochsalzsäure, Salzsäure** genannt wird. Sie ist eigentlich nur eine unvollkommene Säure, weil ihr Radikal noch eines höhern Grades der Sättigung mit dem Sauerstoffe fähig ist, und dieserwegen nennt sie Herr **Gren salzige Säure** (acidum muriatosum).

Die Bereitung des rauchenden Salzgeistes hat weit mehr Schwierigkeit, als die des rauchenden Salpetergeistes. M. s. **Salpetersäure**. Weil nämlich der Salzgeist ohne Wasser gar nicht verdichtet werden kann, so muß man das dazu angewendete Vitriolöl entweder verdünnen, oder in der Vorlage etwas Wasser vorschlagen, und das Vitriolöl nur nach und nach auf das Kochsalz tragen. Außerdem hat man eine geräumige Vorlage anzuwenden, die Fugen mit der dichtesten Kitte schon vorher auf das sorgfältigste zu verwahren, und überhaupt die Destillation nur in kalter Witterung vorzunehmen, und das Feuer mit der größten Behutsamkeit anzubringen. Unter mehreren vorgeschlagenen Methoden dient vorzüglich hierzu die Operation mittelst des woulfischen Apparats, indem man ungefähr acht Unzen Wasser in den Flaschen vorschlägt, wenn man die Säure aus zwey Pfund Küchensalze austreibt.

Wegen des nothwendigen Zusatzes vom Wasser kann die salzige Säure nie so concentrirt, als die Salpetersäure, erhalten werden. Sie ist eigentlich farbenlos und klar, und stößt, wenn sie concentrirt genug ist, an der Luft weißliche Nebel aus. Die gelbliche Farbe der verkäuflichen salzigen Säure rührt von Eisentheilen her.

Diese

Diese Säure entweicht eigentlich bey ihrer Austreibung aus Kochsalze durch concentrirte Schwefelsäure in Gasform, und wird durch das vorgeschlagene Wasser daraus wieder zersetzt, indem es die Basis dieses Gas in sich nimmt. M. s. Gas, salzsaures.

Auch gebrauchet man statt der concentrirten Schwefelsäure zur Ausscheidung der salzigten Säure andere Substanzen. Der gebrannte Vitriol gibt wegen seiner Eisentheile eine sehr unreine Säure; daher bedienet man sich hierzu lieber des getrockneten und fein gepulverten Thons, womit man den vierten Theil ausgetrocknetes Küchensalz vermengt. Die Destillation geschiehet sonst im Großen und auf ähnliche Art, wie die des Scheidewassers.

Nach dem antiphlogistischen Systeme bestehet diese Säure aus dem Säurestoffe, und aus einem eigenen Radikal, welches bis jetzt noch nicht hinlänglich bekannt ist. Herr Girtanner [α]) führet zwar verschiedene Versuche an, aus welchen er zu schließen sich berechtiget hält, daß die salzigte Säure aus **Säurestoff** und **Wasserstoff** bestehe; allein der Herr **van Mons** [β]) hat dagegen wieder andere Versuche angestellet, wovon die meisten wider die Meinung des Herrn **Girtanner**, und nur wenige für dieselbe sind. Beyde ließen z. B. starkes Alkohol über Quecksilbersublimat (muriate oxygené de mercure) verbrennen. Die Zersetzung geschahe bis zur Reduktion des Quecksilbers, und es wurde nichts entbunden, als Kohlensäure, Wasserstoffgas und Wasser. Nach Herrn **Girtanner** verbindet sich hierbey der Kohlenstoff des Alkohols mit einem Theile des Sauerstoffs der salzigten Säure, daher die Kohlensäure, und der Wasserstoff des Alkohols, verbunden mit dem Sauerstoffe der Kochsalzsäure, Wasser und Wasserstoffgas bildet. Wenn man ferner nach Herrn **Girtanner** rauchenden Salzgeist über Zinn kochen läßt, und das Gefäß mit dem pnevmatischen Appa-

α) Anfangsgr. der antiphlogist. Chemie. Berlin, 1795. 8. S. 154.
β) Grens neues Journal der Physik. B. III. S. 332 u. f.

Apparate verbindet, so wird das Zinn endlich ganz aufgelöset, und der Salzgeist wird zerlegt. Das Zinn säuret sich auf Kosten der Säure; die hierdurch entstandene Zinnhalbsäure verbindet sich mit dem noch unzerlegten Theile der Säure zu kochsalzgesäuerten Zinn, und der andere Bestandtheil der Säure, das Wasserstoffgas, geht unter den pnevmatischen Apparat. Dagegen ließ man nach des Herrn **van Mons** Berichte mehr als 20000 elektrische Funken durch eine mit salzsaurem Gas gefüllte Röhre gehen. Das Gas verminderte sich im Umfange um etwas weniges. Nachdem die Verminderung aufhörte, brachte man es über Wasser, wo es bis auf etwas weniges ganz verschluckt wurde. Der Rückstand war zwar wirklich Wasserstoffgas; man mußte es aber der Zersetzung des Wassers zuschreiben, von welchem das salzsaure Gas nicht ganz befreyet dargestellt werden kann. Hätte die Zersetzung des salzsauren Gas wirklich Statt gehabt, so hätte es einer totalen Zersetzung nicht widerstehen können, da es der Wirkung einer so großen Anzahl elektrischer Entladungen ausgesetzet war. Ferner ließ der Herr **van Mons** Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, und zwar mit einem größern Ueberschuß des letztern als in dem Verhältnisse, welches zur Bildung des Wassers erforderlich ist, verbrennen. Er hoffte Salzsäure zu erhalten, erhielt aber nur Wasser. Diese Thatsachen erweisen, daß Herrn **Girtanner's** Behauptung noch keine völlige Bestätigung erhalten hat.

Nach dem phlogistischen Systeme enthält diese Säure außer dem Sauerstoffe und dem eigenen Radikal noch einen großen Theil Brennstoff, und wird dieserwegen auch **phlogistisirte Säure** genannt, welche man von einer andern vollkommenern Säure, der **dephlogistisirten Salzsäure**, unterscheidet; wovon der folgende Artikel handelt. Eben in der starken Phlogistisirung soll der Grund ihrer geringen Wirksamkeit auf verbrennliche Substanzen liegen.

Mit den Alkalien verbindet sich die salzigte Säure sehr leicht. Mit dem Gewächsalkali gesättiget, bildet sie das salz-

salzsaure Gewächsalkali (potassinum muriaticum, alcali vegetabile salitum, murias potassae, muriate de potasse), oder auch das Digestivsalz des Sylvius oder das Fiebersalz (sal digestiuum, febrifugum *Sylvii*), welches einen scharfen, wenig bitterlichen Geschmack besitzet. Aus der Verbindung dieser Säure mit dem Mineralalkali entstehet das Küchensalz, und mit dem Ammoniak der gemeine Salmiak. Alle diese Salze werden durch concentrirte Schwefelsäure und durch den rauchenden Salpetergeist wieder zerleget; daher man auch aus dem Salmiak vermittelst der Schwefelsäure und aus Kochsalz mittelst der Salpetersäure einen gewöhnlichen Salzgeist destilliren kann.

Die Kalkerde wird von der salzigten Säure unter einem Ausbrausen sehr leicht aufgelöset, und die Verbindung gibt nach erfolgter Sättigung das Mittelsalz, die salzsaure Kalkerde (calx muriatica s. salita, murias calcis, muriate de chaux), welches einen sehr bittern unangenehmen Geschmack besitzet, und auch den uneigentlichen Nahmen des Kalköls führet (oleum calcis). Dieser Küchensalzsaure Kalk findet sich in der Natur in vielen Wassern, und auch im Meerwasser und in verschiedenen Salzsolen. Mit den übrigen absorbirenden Erden bildet die salzigte Säure die salzsaure Talkerde (Bitterkochsalz), salzsaure Thonerde (Thonsalz), salzsaure Schwererde u. s. In allen diesen Mittelsalzen aber ist ihre Verbindung mit dem Grundtheile nur schwach, und läßt sich selbst durch andere Neutral- und Mittelsalze wieder trennen. Die wechselseitigen Zersetzungen und neuen Verbindungen der kochsalzigten Mittelsalze mit den schwefelsauren und salpetersauren Salzen machen einen eigenen und ziemlich verwickelten Theil der Lehre von den Salzen aus, der besondere Erscheinungen zeiget, und zu manchen für die Ausübung brauchbaren Bereitungsarten Veranlassung gibt.

Die Zersetzung des salzsauren Kalkes durch kohlensaures feuerbeständiges Alkali zeigt eine Erscheinung, welche man sonst das chemische Wunderwerk nannte, indem durch Zu-

sammengießung zweyer Flüssigkeiten zuerst eine gallertartige Gerinnung und endlich ein fester Körper entstehet. Wenn nämlich kohlensaures feuerbeständiges Alkali und salzsaurer Kalk in so wenigem Wasser, als möglich, aufgelöset, und nun im gehörigen Verhältnisse mit einander vermischet werden, so verbindet sich die Kohlensäure des Alkali mit der Kalkerde zu rohem Kalk (m. s. **Kalk**), und das Alkali selbst bildet mit der salzigten Säure ein Kochsalz oder Digestivsalz, je nachdem es das mineralische oder vegetabilische Alkali ist. Diese neuen Verbindungen sind weit weniger auflöslich, als die vermischten Stoffe; sie saugen daher das Wasser ein, ohne daß es ihre Consistenz hindert, und auf solche Art entstehet eine feste Mischung aus salziger Kalkerde.

Die salzigte Säure löset die Metalle weit schwerer auf, als die übrigen mineralischen Säuren. Das Silber und Quecksilber im regulinischen Zustande löset sie nicht auf; mit dem Silber- und Quecksilberkalke hingegen hat es eine größere Verwandtschaft als die Salpetersäure; daher schlägt sie beym Zugießen derselben das Silber und Quecksilber aus der Auflösung in Salpetersäure nieder, und bildet auf solche Art mit dem Silber ein weißes Salz, welches schon in gelinder Hitze in einem Arzeneyglase zu einer bräunlich grauen halbdurchsichtigen Substanz schmelzet, die hornartig ist, und daher den Nahmen **Hornsilber** (luna cornua) erhalten hat.

Die salzigte Säure greift das Gold und Platinum für sich gar nicht an, in Verbindung mit der Salpetersäure aber werden diese Metalle sehr leicht aufgelöset. M. s. **Königswasser**. Zinn, Bley, Kupfer, Eisen, Zink und Wismuth löset diese Säure ziemlich leicht, den Spiesglaskönig aber schwerer auf. Mit dem Bley bildet sie das so genannte **Hornbley**, und mit dem Spiesglaskönig in Verbindung mit dem Quecksilbersublimat durch eine Destillation die **Spiesglasbutter**. Bey den Auflösungen der Metalle in dieser Säure entstehet zwar Ausbrausen mit Hitze und Entwickelung vom brennbaren Gas, aber weit geringer als bey den übrigen mineralischen Säuren. Mit denjenigen Metal-

len

len aber, welche sie am schwersten auflöset, geht sie nachher eine innige Verbindung ein, verflüchtiget selbige zugleich beym Destilliren und Sublimiren, und bildet damit sehr ätzende Salze, wovon der ätzende Quecksilbersublimat und die Spiesglasbutter Beyspiele sind. Die meisten dieser Auflösungen geben einen knoblauchähnlichen Geruch von sich, wie sonst der Arsenik und Urinphosphor zu thun pflegen. Alle diese Eigenschaften der salzigten Säure werden nach dem antiphlogistischen Systeme aus der verschiedenen Verwandtschaft des Sauerstoffs der salzigten Säure zu den verschiedenen Metallen hergeleitet. Diejenigen Metalle nämlich, welche von der salzigten Säure gar nicht angegriffen werden, können nicht bis auf den hinreichenden Grad durch diese Säure gesäuret werden, und so kann keine Auflösung Statt finden. Bey denjenigen Metallen aber, welche diese Säure angreift, verbindet sich der Sauerstoff der Säure mit selbigen, wobey zugleich das zur Bildung der salzigten Säure in tropfbarer Gestalt nöthige Wasser in seine Bestandtheile zerleget wird, so daß der Sauerstoff desselben die Auflösung der Metalle noch mehr befördert, und der nunmehr frey gewordene Wasserstoff mit der Wärme als brennbares Gas entweicht. Nach dem phlogistischen Systeme hingegen strebt sich die metallische Grundlage mit der salzigten Säure zu vereinigen, zu gleicher Zeit aber strebt auch diese Verbindung Sauerstoff aufzunehmen, welches sie dem Wasser entzieht, und dieß zerlegt, was durch die Verwandtschaft des Wasserstoffs desselben zum Brennstoff des Metalles befördert wird. Daher entsteht eine Auflösung des metallischen Kalkes in der Säure, und der Wasserstoff entweicht in Verbindung mit dem Brennstoff des regulinischen Metalls durch Hülfe des Wärmestoffs als brennbares Gas.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 743 u. f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 154 u. f.

Salzsäure, dephlogistisirte (acidum salis dephlogisticatum, acide marin déphlogistiqué). Das Radikal der im vorhergehenden Artikel abgehandelten so genannten phlogistisirten Säure läßt sich noch mit mehrerem Sauerstoff verbinden, und erscheinet dann in einem andern Zustande, von andern Verhältnissen und Eigenschaften, es wird nun zur vollkommneren Säure, welche nach dem antiphlogistischen Systeme als eine mit Sauerstoff übersättigte Salzsäure angesehen wird. Diese Säure heißt eben nach dem phlogistischen Systeme die **dephlogistisirte Salzsäure**, und nach dem antiphlogistischen Systeme **oxygenirte, übersaure Salzsäure** (acidum muriaticum oxygenatum, acide muriatique oxygené). Herr **Gren** erinnert aber mit Recht, daß man diese Säure fälschlich als mit Sauerstoff übersättigt ansieht, und nennt sie daher **Salzsäure** (acidum muriaticum).

Herr **Scheele** *) war der erste, welcher über das Verhalten der Salzsäure Licht verbreitete. Nach dem damahligen herrschenden Systeme unterschied er die gewöhnliche Salzsäure von der dephlogistisirten darin, daß jene das Phlogiston als einen wirklichen Bestandtheil enthalte, daß man ihr dieses entziehen oder dephlogistisiren, und die dephlogistisirte Säure durch die Wiedergabe des Phlogiston in die gewöhnliche wieder verwandeln könne. Die neuern Entdeckungen haben nun freylich gezeiget, daß der Hauptunterschied der phlogistisirten und dephlogistisirten Salzsäure nicht allein von dem Brennstoffe, sondern vorzüglich von dem verschiedenen Grade des aufgenommenen Sauerstoffs abzuleiten sey.

Zur Bereitung der dephlogistisirten Salzsäure bedient man sich des Braunsteins, welcher sehr vielen Sauerstoff enthält, und ihn an die phlogistisirte Salzsäure sehr leicht abgibt. Man schüttet davon gepulvert einen Theil in eine Retorte, gießt drey Theile concentrirte salzigte Säure darauf,

*) Vom Braunstein und dessen Eigenschaften in den schwed. Abhandl. v. J. 1774. S. 89. auch in Crells neueßten Entdeckungen in der Chemie. Th. 1. S. 126 u. f.

auf, legt sie in ein Sandbad, bringt sie mit der pnevmatischen Wanne, welche mit heißem Wasser gefüllt ist, in Verbindung, und erhitzt sie gelinde. Es entsteht eine Art von Aufbrausen, und es entwickelt sich nach der atmosphärischen Luft eine elastische Flüssigkeit von einer blaßgelben Farbe, welche man in Gläsern mit eingeriebenen Stöpseln auffängt.

Diese erhaltene elastische Flüssigkeit ist kein Gas, wie man sonst wohl glaubet, sondern ein bloßer Dampf, der, wie Hr. Karsten [a]) zuerst entdecket hat, bey einer Verminderung der Temperatur, die kaum an den Gefrierpunkt reicht, zu einer festen spießigten Substanz gerinnet, welche durch die Wärme wieder zur elastischen Flüssigkeit wird. Herr Westrumb [β]) hat diese Gerinnbarkeit vom Braunsteine abgeleitet, welchen diese Flüssigkeit aufgelöset enthält, und mit verflüchtiget hat. Eben diese elastische Kochsalzsäure besitzet einen ungemein stechenden und erstickenden Geruch, tödtet hineingebrachte Thiere sehr schnell, und ist ganz und gar irrespirabel, wird vom Wasser nach und nach eingesogen, und bildet nun damit liquide Salzsäure. Man kann sie auch nicht durch Quecksilber sperren, weil sie dieß auflöset, sondern nur in Gläsern mit eingeriebenen Stöpseln aufbewahren. Sie röthet nicht nur erst blaue Pflanzenpigmente, sondern zerstöret ihre Farbe ganz, so wie alle Pflanzenfarben. Alle bunte Blumen und grüne Blätter werden darin mit der Zeit weiß und ungefärbt. Die verlorne Farbe läßt sich durch kein Alkali wieder herstellen. Eine brennende Wachskerze brennt in der dephlogistisirten Salzsäure fort, obgleich mit verminderter und dunkelerer Flamme. Phosphor, Kohle, Zinnober, graues Spiesglanzerz, Spiesglanz, Wismuth, Zink und andere verbrennliche Körper mehr, fein gepulvert in die bis auf 60 bis 70 Grad nach Fahrenheit erwärmte elastische Salzsäure geschüttet, entzünden sich darin sogar von selbst,

a) Physisch-chemische Abhandl. Halle 1786. Heft II. S. 151 f.

β) Crells chemische Annalen 1790. B. II. S. 49 f.

selbst, wie Herr Westrumb [α]) entdecket hat. Er nennt sie dieserwegen auch zündendes Salzgas. Auch ist es dem Herrn Scherer [β]) gelungen, Goldblättchen sich darin entzünden und mit einer purpurrothen Flamme brennen zu sehen. Ueberhaupt wirkt sie auf verbrennliche Körper mit beträchtlicher Kraft und verändert sie.

Wegen der Eigenschaft dieser Säure, die Farben zu zerstören, hat man sie in den neuern Zeiten zum Bleichen der linnenen und baumwollenen Zeuge mit Vortheil selbst im Großen anzuwenden gesuchet, wozu der Herr Bertholet die erste Idee angab, und einen eigenen Apparat, diese Säure in großen Quantitäten zu gewinnen, vorschlug [γ]). Die Theorie des Bleichens nach dem neuern Systeme hat Herr Girtanner [δ]) vorgetragen, und dabey bemerket, daß die Methode, mit dephlogistisirter Kochsalzsäure zu bleichen, mit dem glücklichsten Erfolge in Schottland, England, Frankreich und der Schweiz bereits ausgeführet sey. Noch mehrere Nachrichten von dem Bleichen mittelst der dephlogistisirten Salzsäure findet man bey Herrn D. Tenner [ε]). In dieser Säure werden gelb gewordene Kupferstiche gebleicht schöner weiß, als sie neu waren; zugleich verschwinden alle Dintenflecke. Alte gedruckte Bücher, welche durch die Zeit gelb geworden sind, können so gebleicht werden, daß das Pappier weißer wird, als dasselbe jemahls vorher gewesen war. Auch ist diese Säure das beste Mittel, um angesteckte Sachen oder Oerter von der Ansteckung zu reinigen, und sie unschädlich zu machen.

Brenn-

α) Neue Bemerkungen über einige merkwürdige Erscheinungen durch die dephlogistisirte Salzsäure in Crells chem. Annal. 1790. B. I. S. 3 f. S. 109 f.

β) Grens Journal der Physik. B. VIII. S. 375 f.

γ) Annales de chemie Tom. II. 1780. p. 151. übers. in Grens Journal der Physik. B. I. S. 328 f. 482 f.

δ) Anfangsgründe der antiphlogist. Chemie. Berlin 1795. 8. S. 179.

ε) Anleitung, vermittelst der dephlogistisirten Salzsäure zu jeder Jahreszeit vollkommen weiß, geschwind, sicher und wohlfeil zu bleichen. Leipz. 1793. 8. dritte Aufl. 1799. 8.

Brennbares Gas gibt mit elastischer Salzsäure ein Gemisch, das sich entzünden läßt; das Produkt des Verbrennens ist wässerigte salzigte Säure. Auch der Schwefel zerleget die Salzsäure, verwandelt sie in salzigte Säure, und wird selbst zur Schwefelsäure. Geschwefeltes Wasserstoffgas wird davon auf eine ähnliche Art afficiret, als von Lebensluft; es scheidet sich Schwefel ab, und die dephlogistisirte Salzsäure wird zur phlogistisirten. Salpetergas bringt mit elastischer Salzsäure sogleich röthliche Nebel zuwege, und es bilden sich salpetrigte Säure und phlogistisirte Salzsäure. Stickgas scheint keine Wirkung auf die Salzsäure zu haben; aber Ammoniakgas bringt mit der erwärmten elastischen Salzsäure eine Art von Verbrennung zuwege; das Ammoniak wird ganz zersetzt; es erzeugt sich Stickgas, Wasser und phlogistisirte Salzsäure.

Uebrigens greift die dephlogistisirte Salzsäure alle Metalle, und selbst diejenigen an, welche sich ohne vorhergehende Auflösung oder Verkalkung mit der phlogistisirten Salzsäure nicht verbinden lassen.

Die Neutral- und Mittelsalze, welche aus der Verbindung dieser Säure mit Alkalien und Erden entspringen, unterscheiden sich wesentlich von den salzigtsauren. 1. Das salzsaure **Gewächsalkali** (potassinum muriaticum, muriate de potasse oxigené) bildet flache sechsseitige prismatische, an den Enden zugeschärfte Krystalle, welche luftbeständig sind, einen kühlenden salzigen Geschmack besitzen, sich im kochenden Wasser in größerer Menge auflösen lassen, als im kalten, auch die zerstörenden Wirkungen der dephlogistisirten Salzsäure auf Pflanzenfarben besitzen, in der Hitze sehr reine Lebensluft entwickeln, und dann zu salzigtsaurem Gewächsalkali werden. Mit Kohlenstaub vermengt, und in einen glühenden Schmelztiegel getragen bewirkt das Salz eine heftige Verpuffung; eben so auch mit Schwefel. Mit Phosphor zusammengerieben macht es eine gefährliche Explosion. 2. Das salzsaure **Mineralalkali** (natrum muriaticum, muriate de soude oxigené) ist dem vorigen in

seinem Verhalten ähnlich. Auch will der Herr van Mons salzsaures Ammoniak erhalten haben, wiewohl sonst das Ammoniak durch die dephlogistisirte Salzsäure zersetzt wird. Die Verbindungen dieser Säure mit den Erden oder die Mittelsalze kennt man zur Zeit noch nicht hinreichend.

Das antiphlogistische System erklärt die Entstehung der dephlogistisirten Salzsäure aus der gewöhnlichen oder phlogistisirten durch die Destillation über Braunstein so: die gemeine Salzsäure entreißt dem Braunsteine den Sauerstoff, wird dadurch flüchtig, und geht in der Hitze als elastische Flüssigkeit über. Hiernach besteht also dieser Dampf aus Wärmestoff, Sauerstoff und aus der säurebaren Grundlage der Salzsäure. Diese Zusammensetzung der dephlogistisirten Salzsäure sucht man durch viele Versuche zu erweisen. Wenn man z. B. aus dem Braunstein vorher durch Hitze die Lebensluft ausgetrieben hat, so wird man hernach, wenn man Salzgeist über denselben destillirt, eine weit geringere Menge dephlogistisirte Salzsäure erhalten, als wenn man den rohen Braunstein dazu gebraucht hätte. Gießt man dephlogistisirte Salzsäure auf Quecksilber, so wird dessen Oberfläche schwarz gefärbt, und in eine schwarze Quecksilberhalbsäure verwandelt; die dephlogistisirte Salzsäure hat hingegen alle Eigenschaften der gewöhnlichen Kochsalzsäure angenommen. Setzt man endlich dephlogistisirte Kochsalzsäure dem Sonnenlichte aus, so entwickelt sich Sauerstoffgas, und es bleibt phlogistisirte Salzsäure zurück.

Die starken Wirkungen der dephlogistisirten Salzsäure auf die verbrennlichen Körper erklärt das antiphlogistische System dadurch, daß diese Körper bey einem gewissen Grade der Temperatur der dephlogistisirten Salzsäure einen Antheil ihres Sauerstoffs entziehen, und sie dadurch in gemeine Salzsäure verwandeln; sie verliert daher ihren elastischen Zustand, wobey eine Menge Wärme und Licht frey wird. Beym Ausstellen des mit der Säure angeschwängerten Wassers an die Sonnenstrahlen verbindet sich der Wärmestoff mit einem Theile ihres

ihres Sauerstoffs, welcher nun als Lebensluft entweicht, und der Rückstand wird gemeine Salzsäure.

Die starke explodirende Kraft des aus dieser Säure und dem Gewächsalkali verfertigten Neutralsalzes mit verbrennliche Dingen in der Hitze leitet **Lavoisier** von der großen Menge des Wärmestoffs her, welchen die Säure auch bey der Sättigung mit Alkali noch gebunden zurück hält. Dagegen aber erinnert Herr **Richter**, daß das Verpuffen nicht von dem sich schnell entwickelnden Wärmestoffe herzuleiten seyn könne, weil, wenn eine Säure mit einem Alkali in Neutralität trete, und ein trocknes Salz darstelle, der Sauerstoff der Säure, oder die Säure selbst, alle den Wärmestoff, welcher ihren Zustand bestimmte, bereits abgesetzt habe. Das Puffen und Knallen komme vielmehr von den entwickelten Stoffen her, welche sich schnell in Gasgestalt setzen, mithin sich geschwinder in einen großen Raum ausdehnen.

Gegen diese Theorie hat Herr **Westrumb** verschiedene Einwendungen gemacht, welche man nebst den Antworten darauf bey **Girtanner** findet. Unter andern sind vorzüglich folgende zu bemerken:

Herr **Westrumb** sagt, die dephlogistisirte Salzsäure übertrifft in der Eigenschaft, entzündete Körper brennend zu erhalten, die Lebensluft bey weitem. Sie entzündet selbst Körper, welche die Lebensluft nur dann brennend erhalten kann, wenn man sie ihr entzündet darbietet. Von diesem großen Unterschiede in den Eigenschaften beyder Gasarten muß es eine Ursache geben. Diese Ursache aber kann nicht am Sauerstoffe selbst liegen, sondern sie muß ihren Grund in der großen Neigung der Säure zum Brennstoff haben. Die Antwort ist, der Sauerstoff habe zum Wärmestoffe eine größere Verwandtschaft, als zur Kochsalzsäure; er ist also in dem Sauerstoffgas in einer engern Verbindung als in der dephlogistisirten Salzsäure, und läßt sich daher von der Lebensluft schwerer trennen, als von der dephlogistisirten Salzsäure.

Enthielte ferner nach Westrumb die dephlogistisirte Säure wirklich dephlogistisirte Luft, so müßte man aus reiner Luft und gemeinem Salzgas dephlogistisirtes zusammensetzen können. Nie wird man aber so dephlogistisirte Salzsäure bilden, man wähle auch eine Proportion beyder Stoffe, welche man will. Die Antwort ist, weil der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft zum Wärmestoffe, als zu der Salzsäure hat, und daher nicht jenen verläßt, um mit dieser eine Verbindung einzugehen.

Endlich, sagt Herr Westrumb, würde zur Bildung der dephlogistisirten Salzsäure durchaus Sauerstoff, oder reine Luft erfordert, so könnte der lange in verschlossenen Gefäßen geglühete und seiner Lebensluft beraubte Braunstein keine dephlogistisirte Säure mit Salzgeist geben. Hierauf wird geantwortet, man könne aus dem Braunstein nie alle Lebensluft heraustreiben; auch erhalte man aus dem ausgeglüheten Braunstein nur äußerst wenig dephlogistisirte Salzsäure, und diese sey dem zurückbleibenden Sauerstoffe zuzuschreiben.

Nach Herrn Gren sind die Erklärungen der Antiphlogistiker darin unvollständig, daß sie bey den freywilligen Entzündungen in der dephlogistisirten Salzsäure kein Genüge thun. Wenn auch gleich bey dem gewöhnlichen Verbrennen das Licht aus der Luft komme, so müßte es hier aus der Säure kommen. Aber dabey entsteht die Frage: hat denn die Säure den Lichtstoff aus dem Braunsteine oder aus der gemeinen Salzsäure erhalten? Diese Frage kann das antiphlogistische System nicht beantworten; nach der Lehre vom Brennstoffe aber kann diese Lücke ausgefüllt werden. Die phlogistisirte Salzsäure nämlich, wenn sie über Braunstein abgezogen wird, nimmt nicht allein noch mehr Sauerstoff auf, sondern sie überläßt auch ihren Brennstoff an den Braunstein. Es besteht also der Dampf der dephlogistisirten Salzsäure aus Wärmestoff, Sauerstoff und salzsaurer Grundlage. Werden bey einem hinlänglichen Grade der Wärme gewisse entzündliche Körper hineingebracht, so verbindet sich ein Antheil von Sauerstoff der dephlogistisirten

Salz-

Salzsäure mit der Grundlage dieser verbrennlichen Substanzen, und der Sauerstoff der letztern mit dem Wärmestoffe der erstern. Es entsteh: Feuer, die dephlogistisirte Salzsäure wird zersetzt, und durch gleichzeitige Phlogistisirung wieder zur gemeinen. Wenn man das mit dephlogistisirter Salzsäure angeschwängerte Wasser dem Sonnenlichte aussetzt, so verbindet sich der Brennstoff mit der salzsauren Grundlage, und bildet gemeine Salzsäure; der Sauerstoff hingegen tritt mit dem Wärmestoffe zusammen als Lebensluft aus. Mischt man Salpetergas und dephlogistisirte Salzsäure zusammen, so entzieht das erstere der letztern einen Antheil Sauerstoff, und wird Salpetersäure; die letztere nimmt dagegen den Brennstoff des Salpetergas auf, und wird gemeine Salzsäure.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie Th. I. Halle 1794. 8. §. 820 f. dessen Grundriß der Chemie Th. I. Halle 1797. 8. §. 567 u. f. Girtanner Anfangsgr. der antiphlogist. Chemie. Berlin 1795. 8. S. 154 f.

Salzsaure Luft s. Gas, salzsaures.

Salzprobe, Salzspindel, Salzwage s. Aräometer.

Sammlungsglas s. Linsengläser.

Sand (arena, sable). Diesen Nahmen führen alle Arten von Steinen in sehr feine Theile zertheilt, welche angehäuft bey einander liegen. Es gibt so viele Arten von Sand, als es Arten von Steinen gibt; außerdem aber findet man auch noch andere Arten von Sand, welche aus Gemengen von verschiedenen Steinarten bestehen. So hat man kiesichten, kalkartigen, glimmerartigen, metallhaltigen Sand u. s. f. Gewöhnlich wird jedoch unter dem Sande die Anhäufung der härtern kieselartigen Steine verstanden, welche nicht so leicht in so kleine Theile zertheilt werden können, daß sie mehr dem Staube oder der Erde, als dem Sande gleichen.

Auf der Oberfläche der Erde und auch in gewissen Tiefen derselben beym Eingraben findet man allenthalben ganze Schichten oder Lagen von Sand. Es gibt in sehr vielen Gegenden

genden ungeheure große Ebenen, welche überall mit Sande bedeckt sind. Eine der größten Sandebenen, die man kennt, ist die Mauritanische; sie fängt bey Alexandria, an den Ufern des mittelländischen Meeres, an, und steigt gegen Süden längs dem Theile von Egypten bis an die abyssinische Grenze, empor, von hier erstreckt sie sich bey der nämlichen Breite durch die Wüsten Sahara und Biladugerid, bis über den Berg Atlas hinaus. In Europa finden sich nicht so viele sandige Gegenden; indessen trifft man dergleichen an einigen Orten in Deutschland, z. B. in der Mark Brandenburg, im Hannöverschen und Hollsteinischen, um Hamburg herum, im Bayreuthischen u. s. f. an. Holland aber ist vorzüglich reichlich von der Natur mit Sande versehen worden.

Der Sand wird entweder von den Flüssen oder von dem Meere abgesetzt. Die Flüsse nehmen dergleichen mit sich von den Bergen herab, und setzen ihn alsdann durch Ueberschwemmungen u. s. f. auf die Ebenen wieder ab. Der meiste Sand mag aber wohl aus dem Meere abstammen; diese Vermuthung erhält besonders dadurch sehr viel Wahrscheinlichkeit, weil dergleichen Sandebenen eine große Menge Kochsalz enthalten, und darin zuweilen Muschelschalen angetroffen werden; ja selbst die oft sehr mächtigen Sandschichten in der Erde scheinen als Bodensätze von dem daselbst befindlichen Meere herzurühren. Alle diese sandige Gegenden nämlich haben wahrscheinlich ehedem unter Wasser gestanden, welches, als es sich zurückgezogen hat, die ungeheuere Menge Sand auf dem festen Lande zurückließ. Daß die meisten Sandebenen in Europa kein Salz enthalten, mag wohl daher kommen, daß es vom Regenwasser gleichsam ausgewaschen worden, welches das Salz aufgelöset und weggeführt hat. In den warmen Ländern aber kann dieß wegen des nicht so häufigen Regenwetters und der sehr schnellen Verdünstung des herabgefallenen Wassers nicht Statt haben. Uebrigens mögen auch wohl einige Sandebenen in Europa durch Flüsse hervorgebracht worden seyn. Wird nun aber die Frage aufgeworfen, woher das Meer allen diesen Sand hergenommen habe?

so

so läßt sich darauf folgendes antworten: es ist der Sand von quarzartiger Beschaffenheit, und es scheinet also, daß er seinen Ursprung vom zerstörten Granit, Porphyr und andern Steinen der ursprünglichen Gebirge habe; alle Flüsse, welche auf solchen Gebirgen entspringen, wie z. B. der Rhein, die Loire, Garonne u. s. machen nach und nach die Steine klein und rund, oder verwandeln sie in Sand, und reissen sie mit sich in den Schooß des Meeres fort. Man kann also annehmen, daß aller dieser auf dem festen Lande abgesetzte, oder noch auf dem Boden des Meeres liegende Sand von zerriebenen Bruchstücken ursprünglicher Gebirge herstammt. Der Feldspath, der Glimmer, der Turmalin, die Hornblende und andere Gemengtheile dieser Felssteine haben sich zersetzt, und ihre Bestandtheile, die Thonerde und die übrigen einfachen Erden haben sich mit den Ueberresten der organisirten Wesen vermischt, um so die Gebirgslagen von zweyter Entstehung zu bilden, der Quarz aber, welcher bey weitem nicht so leicht, als jene Gemengtheile, zerstört wird, ist durch die Wasserströme in den Schooß der Meere übergeführt, und hier in Quarzsand verwandelt worden. Ein Theil des durch die Wässer abgesetzten Sandes hat auch in der Folge, nachdem sich das Wasser zurückgezogen hatte, an andere Orte gebracht werden können; denn die Winde treiben oft erstaunliche Sandmassen von einem Orte zum andern, so daß sogar nach den Berichten der Reisebeschreiber ganze Gegenden damit bedeckt und zahlreiche Gesellschaften von Reisenden darunter begraben werden. Diese Ereignisse finden besonders bey dem feinsten Sande, den man Staubsand oder Flugsand nennt, Statt. Auf dem Boden der Flüsse ist solcher Sand oft so fein, daß das Wasser mit ihm eine breyartige Masse, den Triebsand, bildet, welcher den Badenden so gefährlich ist, indem sie keinen festen Fuß darin fassen können. Die Meereswellen häufen den feinen Sand an den Ufern zu beträchtlichen Hügeln an, welche Dünen genannt werden. Auch bilden die Ströme und Flüsse aus dem Sande des Meeres die Sandbänke, welche den Schiffern so gefährlich sind.

Ferner

Ferner lehrt uns die stets wirkende Natur, daß der Sand durch chemische Einwirkung von eindringender Feuchtigkeit und anderer Bindungsmittel in den so genannten Sandstein (lapis arenaceus) verwandelt wird. Daher auch die aufgesetzten Berge der dritten Ordnung größtentheils aus Sandsteinschichten bestehen. M. s. **Berge**. Dieser Sandstein, welcher bekannter Maßen so häufig gebraucht wird, ist nach Beschaffenheit des Sandes, aus welchem er entstand, verschieden. So gibt es feinkörnige, grobkörnige u. s. Sandsteine.

Uebrigens gebraucht man den Sand zu sehr vielen nützlichen Absichten z. B. zu Bereitung des gewöhnlichen Mauermörtels mit gelöschtem Kalke, zur Verfertigung des Glases mit Asche oder Gewächsalkali zusammengeschmolzen, zum Ziegelbrennen und zur Bereitung der Fayence mit Lehmen oder Thon vermischt u. dergl. Ueberdem ist er besonders bey Destillationen aus gläsernen Gefäßen sehr brauchbar, weil er die ihm einmahl mitgetheilte Hitze lange Zeit erhält, und dem Flüssigen in dem gläsernen Gefäße von allen Seiten gleichförmig abgibt; diese Veranstaltung wird auch in der Chemie das **Sandbad** genennt. Außerdem wird er gebraucht zu Formen verschiedener Gußwerke, zum Scheuren und Reinigen der Oberflächen der Körper, zur Verbesserung des sumpfigten und torfigten Bodens u. s. f.

M. s. de la **Metherie** Theorie der Erde. A. d. Franz. Th. II. S. 214 f.

Satelliten s. **Nebenplaneten**.

Saturn (saturnus, saturne) ist einer von den so genannten Irrsternen oder Planeten, welche außer der allen Sternen gemeinschaftlichen täglichen Bewegung von Morgen gegen Abend noch eine eigene von Abend gegen Morgen besitzen, und daher ihre Lage gegen die übrigen Fixsterne täglich ändern. Saturn ist an seinem etwas matten ins röthliche fallende Licht, welches an Stärke, selbst, wenn er der Sonne gegenüber stehet, und am hellsten scheinet, die Fixsterne erster Größe nur wenig übertrifft, kennbar. Seine

Bewe-

Bewegung, welche von Abend gegen Morgen, und sehr nahe in der Ebene der Ecliptik vor sich gehet, ist ähnlichen Ungleichheiten, wie die Bewegungen des Jupiters und Mars unterworfen. Sie fängt an und hört auf rückläufig zu seyn, wenn der Planet vor und nach der Opposition ungefähr 108° von der Sonne entfernt ist. Die Dauer dieses Rücklaufs ist etwa 139 Tage. Mit diesen Abwechselungen seines scheinbaren Laufs umläuft er den ganzen Himmel erst in ungefähr 30 Jahren.

Nach der theorischen Astronomie gehört Saturn zu den obern Planeten, deren Bahnen größer als die Erdbahn sind, und daher die Erdbahn einschließen. Von der Sonne aus gerechnet, ist er der sechste Planet. Die Ebene seiner Bahn um die Sonne liegt nicht genau in der Ebene der Ecliptik, sondern schneidet diese unter einen Winkel von 2° 30′ 20″.

Nimmt man die Entfernung der Erde von der Sonne = 1 an, so beträgt nach de la Lande seine größte Entfernung von der Sonne 10,07147 und seine kleinste 9,00727, und so verhalten sich also beyde Entfernungen zu einander sehr nahe wie 10 : 9. Die mittlere Entfernung des Saturn von der Sonne ist 9,53937. Daher läßt sich seine Bahn ohne merklichen Fehler als einen Kreis um die Sonne darstellen, dessen Halbmesser 9½ Mahl größer ist als der Halbmesser der Erdbahn. Diese Bahn durchläuft er in 10749 Tag. 7 Stund. 21 Minuten 50 Sekunden, oder etwa in 29 gemeinen Jahren 164⅓ Tagen, so daß er im Durchschnitte jährlich 12° 13′ 32″ und täglich 2′ 0″ 25‴ seines Kreises zurücklegt. Wenn hiermit die Größe seines Kreises verglichen wird, so findet man durch eine leichte Rechnung, daß Saturn in jeder Zeitsekunde 2¼ Stunden Weges zurücklegt.

Von der Umdrehung dieses Planeten um eine eigene Axe wußte man noch vor wenigen Jahren wenig Zuverlässiges zu bestimmen. Herr Kant *) trug im Jahre 1755 eine Hypothese

*) Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels. Königsb. und Leipz. 1755. 8. S. 74 u. f.

these über die Entstehung des Saturnusringes vor, wobey er die Umdrehungszeit des Ringes nach den Keplerischen Regeln so berechnet hat, wie man die Umlaufszeit eines Trabanten aus seiner Entfernung suchet, wenn die Umlaufszeit und Entfernung eines andern Trabanten bekannt sind. Er glaubte hieraus auf die Umwälzung des Saturns selbst schließen zu können, indem er voraussetzte, daß die Geschwindigkeit im Innern des Ringes der Geschwindigkeit im Aequator des Planeten gleich sey. Und hiernach fand Kant die Zeit der Umwälzung des Saturnus um seine Axe auf 6 Stunden 23 Minuten 53 Sekunden. Allein diese vom Herrn Kant ganz willkührlichen Voraussetzungen, die sich weder auf Beobachtungen noch auf irgend eine bekannte Theorie gründeten, konnten keinesweges etwas Zuverlässiges gewähren. Herr Bugge in Kopenhagen *) berechnete seine Umdrehungsgeschwindigkeit aus der beobachteten Abplattung. Aus einem Mittel von 120 Beobachtungen glaubte er das Verhältniß seiner Axe zum Durchmesser des Aequators wie 100 : 148 oder fast wie 2 : 3 setzen zu können, und berechnete daraus die Umdrehungszeit auf 6 Stunden, oder nach einem Durchschnitte aus mehreren auf verschiedene Art gesuchten Resultaten 6 Stunden 5 Minuten 5 Sekunden, welches mit der Kantischen Berechnung eine sehr große Uebereinstimmung war. Weil sich diese Berechnung auf keine willkührliche Voraussetzung, wie Kant angenommen hatte, gründete, so glaubte man in Kants Angabe eine Vorhersagung zu erblicken, welche sich nach mehr als 30 Jahren durch Beobachtung bestätiget habe. Aus einer ganz andern Beobachtung aber, wornach man das Verhältniß der Axe zum Durchmesser des Aequators wie 15,855 : 18 12 gefunden hatte, gab Henry Uscher β) die Umlaufszeit des Saturnus ganz anders an. Nach den Angaben Newton's in seinen Principien fand er sie 10 Stunden 12 Minut. 30 Sekunden; und nach

*) Nye Samling af der kongel. Danske Videnskabers Selskabs Skrifter Th. IV. H. 2. N. 4 in Bodens astron Jahrb. für 1789.
β) Transact. of the Royal Irish Academy for 1789.

nach der Dichte des Saturnus durch eine Angabe des de la Lande, 10 Stund. 44 Minut. 30 Sekund. Aus noch einer andern Beobachtung Herrn Herschels vom 14. Sept. 1789, nach welcher sich die Axe des Saturnus zum Durchmesser seines Aequators wie 20,61 : 22,81 oder beynahe wie 10 : 11 verhält, fand Herr Wildt α) in Göttingen die Umdrehungszeit des Saturnus nach Newton's Angaben auf 11 Stund. 17 Minuten 8 Sekund., und nach Klügels Verhältniß der Erddurchmesser, 12 Stund. 31 Minut. 20 Sek. Aus noch andern Beobachtungen des Herrn Calandrello zu Rom vom August bis Decemb. 1789, nach welchen der Durchmesser des Aequators 16″,1 und die Axe 13″,3 sich ergaben, würde die Umdrehungszeit des Saturnus um seine Axe 11 Stunden 39 Minuten folgen β). Aus allen diesen erhellet nun, daß aus den Beobachtungen über die Abplattung des Saturnus keine sichern Data hergenommen werden können, um daraus über die Umdrehung etwas sicheres zu bestimmen. Daher diese Beobachtungen die Kantische Vermuthung im Grunde weder bestätigen noch widerlegen.

Endlich aber entdeckte Herr Herschel, welcher schon zuvor auf dem Saturn Streifen, wie die auf dem Jupiter, wahrgenommen hatte, aus deren Bewegung sich eine Rotation nach eben der Richtung, wie bey den übrigen, schließen ließ, die Umdrehungsbewegung dieses Planeten durch unmittelbare Beobachtungen. Er fand nämlich die Dauer dieser Umdrehung nach einer sehr guten Beobachtung 10 Stunden 16 Minut. 0,32 Sekund. Die Anzahl der Streifen auf der Oberfläche betrug nach seinen nachherigen Beobachtungen fünf; sie schienen dem Aequator dieses Planeten beynahe parallel zu seyn.

Saturn zeigt eine Erscheinung, welche im Weltsystem einzig ist. Diese besteht nämlich in einem breiten Ringe

α) De rotatione annuli saturni comment. pars prior. Hanov. 1795. 4. §. 20.

β) Ephemerides astron. an. 1795. a *Franc. de Paula Triesnecker et Jo. Bürg* supputatae. Vien. 1794. 8. append. n. 1.

oder Reife, welcher den Saturn von ihm abgesondert umgibt und von welchem der folgende Artikel umständlicher handeln wird. Der scheinbare Durchmesser des Saturnus, welcher von dem Durchmesser des Ringes zu unterscheiden ist, ist wegen seiner großen Entfernung von der Erde beständig klein. Nach Herschels Beobachtung vom 14. Sept. 1789, wornach der Durchmesser des Aequators 22″,81 und die Axe 20″,61 betrugen, hat Herr Wildt den scheinbaren Durchmesser desselben im mittleren Abstande von der Sonne = 20″,605 gefunden. In derjenigen Entfernung, in welcher sich die Erde von der Sonne befindet, würde er etwa 9,54 Mahl größer, folglich unter einem Winkel von 3′ 16″,5 erscheinen. Da nun in eben dieser Entfernung der Durchmesser der Sonne 31′ 57″, mithin der Durchmesser des Saturnus etwa $9\frac{3}{4}$ Mahl kleiner als der der Sonne ist, so folgt, daß der Durchmesser des Saturnus um $11\frac{2}{5}$ Mahl größer, als der der Erde, mithin sein körperlicher Raum 1481 Mahl größer als der der Erdkugel ist.

Nach Herrn la Place beträgt die Masse des Saturnus $\frac{1}{3359,40}$ von der der Sonne, und die Masse der Erde $\frac{1}{329801}$ von derselben, mithin würde nach dieser Bestimmung Saturn ungefähr 98 Mahl mehr Masse als die Erde haben. Hiernach wäre also seine Dichtigkeit $\frac{98}{1481} = 0,066$ von der Dichtigkeit der Erde.

Wird die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde in 1000 Theile getheilet, so ist Saturn in der Sonnennähe um 9007 und in der Sonnenferne um 10071 solcher Theile von der Sonne entfernet. Seine kleinste Entfernung von uns, wenn er der Sonne entgegengesetzet und zugleich in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne ist, kann 9007 — 1017 = 7990 solcher Theile; seine größte Entfernung hingegen, wenn er bey der Sonne gesehen wird und in der Sonnenferne, die Erde auch in der Sonnenferne ist, kann 10071 + 1017 = 11088 Theile betragen. Es verhält sich also hiernach Saturnus kleinste Entfernung von uns zur

größten

größten beynahe wie 8 zu 11; daher ändert sich auch sein scheinbarer Durchmesser nur wenig.

Weil die Bahn des Saturnus unsere Erdbahn umschließt, folglich dieser Planet nie zwischen Erde und Sonne kommen kann, auch überdem selbiger jederzeit beynahe 10 Mahl weiter von der Erde entfernet ist, als die Sonne, so kehret er nie einen Theil seiner dunkeln Seite gegen uns, und man kann an ihm keine Lichtveränderungen wahrnehmen. Indessen beweisen andere Erscheinungen z. B. die Verfinsterungen seiner Trabanten, und der auf ihm sichtbare Schatten des Ringes, daß er ein für sich dunkeler Körper sey, welcher sein Licht von der Sonne erhält.

Uebrigens wird Saturn von sieben Trabanten begleitet, von welchen der Artikel, **Nebenplaneten**, handelt.

Von den Astronomen wird dieser Planet mit ♄ bezeichnet.

Saturnusmonden, Saturnustrabanten s. **Nebenplaneten.**

Saturnusring (annulus saturni, anneau de saturne) ist eine besondere Erscheinung am Saturn, welche von dem bewaffneten Auge als ein diesen Planeten umgebender und mit selbigem nicht zusammenhängender Ring wahrgenommen wird. Die fig. 42. zeigt ungefähr, wie man diese sonderbare Erscheinung erblicket, wenn man den Saturn von der Erde aus in den Zeichen der Zwillinge und des Schützen beobachtet. In den Zeichen der Jungfrau und der Fische verschwindet dieses Phänomen. Dieß Verschwinden wird daher alle 15 Jahre ein Mahl erfolgen müssen, weil binnen dieser Zeit Saturn in seiner Bahn gerade 180 Grade oder 6 Zeichen fortrückt, folglich allezeit aus einem dieser Zeichen in das andere kommt.

Vor Erfindung des Fernrohrs war diese Erscheinung gänzlich unbekannt. Gleich nach Erfindung desselben aber bemerkte **Galiläi** *) die sonderbare Gestalt des Saturns wie-

*) Epistolae de iis, quae post edit. nuncii siderii ope perspicilli noua et admiranda in coelo deprehensa sunt, praemissae diopricae Kepleri. August. Vindel. 1611. 4.

wiewohl undeutlich; weil aber nachher der Ring verschwunden war, und der Saturn völlig rund erschien, so verfolgte er diese Beobachtung nicht weiter. Dreyßig Jahre darauf machte **Gassendi** hierauf aufmerksamer, daß Saturn zuweilen zwey runde Körper bey sich habe, die oft länglicht erschienen, sich auch von der Kugel des Planeten absonderten u. s. w. **Riccioli** α) führet hiervon noch mehrere Beobachtungen an; er und sein Gehülfe **Grimaldi** erblickten den Saturn gleichsam wie mit zweyen Henkeln versehen. Noch genauer beobachtete diese Erscheinung **Hevel** in Danzig β), und bemerkte zugleich ihre 15 jährige periodische Abwechselung; auch setzte er sechs unterschiedene Gestalten derselben fest, ohne ihre Ursachen bestimmen zu können. Endlich erklärte um das Jahr 1660 **Huygen** γ), nachdem er den Saturn mit Fernröhren von 12 bis 23 Fuß Länge beobachtet hatte, alle veränderliche Erscheinungen des Saturns daraus, daß ein ziemlich breiter aber wenig dicker Ring in einem gewissen Abstande mitten um die Kugel des Saturnus frey schwebe, welcher von allen Punkten seiner Oberfläche gleich weit entfernet sey, eine beständige parallele Richtung nach einer Gegend des Himmels hinaus habe, und daß dieser wie Saturn selbst von der Sonne erleuchtet werde. Alle Beobachtungen der neuern Astronomen haben auch dieses bestätiget und genauer bestimmt. Viele Beobachtungen des Saturnusringes sind von **Maraldi** δ) angestellet, und eine Theorie seiner Erscheinungen von **Heinsius** ε) entworfen worden.

Dieser gegen die Ebene der Ecliptik um 31½° geneigte Ring zeigt sich der Erde nie anders als schief unter der Gestalt einer Ellipse, deren Breite, wenn sie am größten ist, ungefähr die Hälfte ihrer Länge beträgt. Die scheinbare Breite dieses Ringes ist seiner Entfernung von der Oberfläche

des

α) Almag. nov. p. 487. astron. reform. L. X. cap. 9.
β) Diss. de natiua saturni facie. Gedani 1656. Fol.
γ) Systema saturnium in Chr. *Hugenii* opp. Tom. III. imgl. Cosmotheor. L. II. §. 17.
δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1715. 1716.
ε) De apparentiis annuli Saturni. Lips. 1745. 4.

des Saturnus ungefähr gleich; eine wie die andere scheint dem dritten Theile vom Durchmesser dieses Planeten gleich zu seyn; aber wegen der Irradiation muß die wahre Breite des Ringes kleiner seyn.

Zu verschiedenen Zeiten erscheinet Saturn ohne Ring völlig rund; einige Zeit darauf zeiget sich der Ring zu beyden Seiten des Planeten, als eine gerade Linie, so wie solches die fig. 43. vorstellet. Nach und nach wird diese Linie immer breiter, öffnet sich endlich, und bildet ein Paar Henkel, welche nach $7\frac{1}{2}$ Jahren am weitesten offen sind, und gerade die Kugel, wie fig. 42., umfassen. Hierauf werden sie nach und nach wieder enger, und der ganze Ring verschwindet etwa nach 15 Jahren von seinem ersten Erscheinen an gerechnet. Alsdann wird er von neuem sichtbar, wendet sich aber auf die andere Seite, wo er abermahls nach $7\frac{1}{2}$ Jahren am meisten offen ist, und etwa nach 30 Jahren von der ersten Entstehung an wiederum verschwindet. Während dieser Zeit hat Saturn gerade seinen Umlauf um den Himmel ein Mahl vollendet, und bey seinem folgenden Umlaufe erscheinen alle diese Veränderungen in der nämlichen Ordnung wieder.

Diese angeführten abwechselnden Erscheinungen lassen sich sehr leicht aus der Lage des Ringes gegen die Sonne erklären. Es ist nämlich die Fläche desselben gegen die Fläche der Ecliptik unter einem beständigen Winkel von etwa $31\frac{1}{2}°$ geneigt, mithin wird er immer nur schief von der Sonne erleuchtet, und kann uns daher nicht anders als eine Ellipse erscheinen. Die Fläche des Ringes behält vermöge der Beobachtungen eine unter sich parallele Lage durch die ganze Laufbahn des Saturnus; daraus folgt, daß dieselbe erweitert während eines 30 jährigen Umlaufs des Saturns zwey Mahl durch die Sonne gehen muß, wo alsdann der Ring nur der Dicke nach erleuchtet wird, der aber zu gering ist, als daß wir selbige bemerken könnten und der Ring unsichtbar wird, oder kurz vor- und nachher als eine gerade Linie erscheinet. Der Schatten, welchen diese Dicke auf Saturns Scheibe

wirft, bildet daselbst einen dunkeln Streifen, welcher aber nur durch sehr starke Fernröhre beobachtet werden kann, und er beweiset, daß Saturn und sein Ring dunkele Körper sind, die von der Sonne erleuchtet werden. Die zwey Punkte, in welchen die Fläche des Ringes die Fläche der Ecliptik durchschneidet, kann man die **Knoten** des Ringes nennen. Stellt man sich durch den Mittelpunkt des Ringes eine Axe auf der Fläche desselben senkrecht vor, so bezeichnen ihre Endpunkte am Himmel die Pole des Ringes. Nach den Beobachtungen fällt der Nordpol aus der Sonne betrachtet gegen den 17° ♊ und der Südpol gegen den 17° ♐, also liegen die Knoten in der Fläche der Ecliptik in 17° ♓ und 17° ♍. Könnten wir den Ring des Saturnus aus diesen seinen Polen betrachten, so würde er uns als ein den Saturn umgebender völlig concentrischer Ring erscheinen. Sehen wir nun den Saturn in den Zeichen ♐ und ♊, oder steht die Erde von dem Saturn aus gesehen in den Zeichen ♊ und ♐, so befinden wir uns gerade an den Stellen, von welchen die Fläche des Ringes am weitesten entfernet ist, und sie bildet eine weit geöffnete Ellipse, deren große Axe (fig. 42.) a b sich zur kleinen c d wie 1: sin. 31½° d. i. beynahe wie 1 : ½ verhält, daher c d ein wenig größer als Saturnus Durchmesser seyn, oder der Ring die Kugel des Planeten ganz umfassen muß. In dieser Lage sieht man zwischen dem Ringe und dem Planeten hindurch. Der Planet erscheinet gleichsam mit zwey Handhaben versehen, durch deren Öffnung es möglich ist, Fixsterne wahrzunehmen. Befindet sich hingegen Saturn in den Zeichen ♓ und ♍, oder die Erde wird von dem Planeten aus in ♍ und ♓ gesehen, so hat nun die Erde ihre Stelle in der erweiterten Fläche des Ringes, mithin müßte der Beobachter nur die schmale Kante erblicken, wie fig. 43., welche er aber wegen der zu geringen Dicke nicht bemerken kann, mithin wird in diesen Zeichen der Ring verschwinden. Wenn man hiebey zugleich in Betrachtung ziehet, daß die Sonne und die Erde aus dem Saturn nicht völlig an einerley Orte gesehen werden, so können drey Fälle eintreten, in

welchen

welchen uns der Ring unsichtbar wird: 1. wenn die erweiterte Fläche des Ringes durch die Sonne gehet, in welchem Falle nur die geringe Dicke erleuchtet wird, 2. wenn diese Fläche durch die Erde gehet, wo nur die dünne Kante beobachtet werden kann, und 3. wenn eben diese Fläche zwischen der Erde und Sonne hindurchgehet; denn in diesem Falle wird der Erde die von der Sonne abgewendete und folglich dunkle Seite des Ringes zugekehret. Die beyden ersten Fälle treffen nicht völlig zu gleicher Zeit ein, beständig aber kurz vor oder nach einander. Es kann daher Jahre geben, in welchen der Ring wechselsweise sichtbar und dann wieder unsichtbar wird, weil die Erde, wenn sie der Fläche des Ringes nahe steht, bey ihrem Umlaufe um die Sonne zwey Mahl durch diese Fläche gehen müßte, so daß man während 6 Monathen die erleuchtete und während 6 Monathen die dunkele Fläche des Ringes sehen würde, wenn Saturn sich nicht weiter fortbewegte. Dergleichen abwechselndes Verschwinden und Wiedererscheinen nahm man in den Jahren 1760 und 1775 wahr *). Noch ist zu merken, daß die Neigung der Saturnusbahn gegen die Fläche der Ecliptik oder die daher entstehende Breite des Saturns die mehr oder minder offene Gestalt des Ringes etwas verändern kann.

Man hat den Ring des Saturnus bis zu den neuesten Zeiten beständig als einfach gehalten, wiewohl bereits der ältere **Cassini**, **Schort** und **Hadley** auf der Fläche des Saturnusringes einen oder mehrere Streifen wahrnahmen. Herr **Herschel** beobachtete eine dunkle Zone auf der Nordseite des Ringes 10 Jahre lang, und vermuthete schon in den Transactionen für 1790, daß diese dunkle Zone nichts weiter, als eine beständig bleibende Durchsicht zwischen zweyen Ringen sey. Zugleich schloß er aus hellen Flecken, welche er auf dem Saturnusringe wahrnahm, eine Umdrehung desselben in 10 Stund. 32 Min. 15,4 Sek. Diese Muthmaßung, daß der bisher angenommene einfache Ring wirk-

*) *Heinsius* progr. de phasi rotunda Saturni, quae an. 1760. rediit und in den Beobacht. in den Berliner Ephemeriden für 1777.

lich in zwey Ringe gespalten sey, war ihm aus den seit dem Aug. 1779 gemachten Beobachtungen der südlichen Ringfläche noch wahrscheinlicher *). Er sahe wiederholt und mit verschiedenen Vergrößerungen beständig die dunkle Zone, welche auf beyden Seiten gleich breit war, und sich auf jeder Hälfte des Ringes bis nahe an den Saturn verfolgen ließ; mit 600facher Vergrößerung etwa bis dahin, wo eine auf den längsten Durchmesser des Rings senkrechte Linie den dunkeln Raum zwischen Saturn und Ring zur Hälfte theile. Herr **Herschel** glaubt hieraus schließen zu können, Saturn besitze zwey concentrische Ringe von ungleicher Größe und Breite, welche sehr wahrscheinlich gegen seinen Aequator sich neigen. Für die Theilung des gewöhnlich als einfach betrachteten Saturnusringes führt er vorzüglich diese Ursache an, daß bey der Dünne und außerordentlichen Breite des Ringes, wenn er ungetheilt wäre, fast ein Wunder dazu gehörte, ihm Festigkeit genug zu geben, damit er bey der Umwälzung immer ganz bleibe; da sich hingegen beym getheilten Zustande eine verschiedene Umdrehung jedes Theils denken lasse, welche seiner Bildung und Festigkeit angemessen sey.

Die Angaben der Größen beyder Ringe und ihres Zwischenraumes sind diese:

Innerer Durchmesser des kleinsten Ringes	5900	Theile
Aeußerer — — — —	7510	—
Innerer Durchmesser des größten Ringes	7740	—
Aeußerer — — — —	8300	—
Breite des innern Ringes	805	—
Breite des Zwischenraums	115	—
Breite des äußern Ringes	280	—

Es ist also hiernach die ganze Breite des bisher als einfach betrachteten Ringes 1290 Theilen gleich, mithin beträgt die Breite der Oeffnung zwischen beyden Ringen noch nicht den 10ten Theil derselben. Vergleichungen dieser Angaben mit

*) On the Ring of Saturn and the Rotation of the fifth satellite upon its axis in Philos. Trans. Vol. LXXXII. P. I. p. 22. im Auszuge in Bode astronom. Jahrb. für 1796. imgl. im Gothaischen Magazin rc. B. IX. St. 4. S. 50 f.

mit den Poundischen und Muthmaßungen über die Größe der hier angenommenen Theile findet man bey Hrn. Kästner *).

Herr Herschel setzt den scheinbaren Durchmesser des ganzen Ringes in der mittlern Entfernung von der Sonne gesehen nach einem Mittel aus mehreren Messungen auf 46″, 677. Hieraus berechnet Hr. Wildt, mit Herschels Beobachtung des Saturnusdurchmessers verglichen, das Verhältniß beyder, wie 2,16 : 1. Andere Angaben desselben sind

nach Huygens	2,25 : 1
Pound	2,333 : 1
von Zach	2,676 : 1

Den Durchmesser des ganzen Ringes findet Herr Herschel beynahe 26 Mahl größer, als den Durchmesser der Erde, und seine scheinbare Größe in der mittlern Entfernung der Erde von der Sonne gesehen $7\frac{1}{4}$ Minut. oder $\frac{1}{4}$ des Sonnendurchmessers.

Da die Dicke des Saturnusringes, welcher nach Herscheln aus zweyen concentrischen Ringen gebildet wird, so sehr gering ist, so entsteht hier die physikalische Frage, durch welchen Mechanismus erhalten sich diese beyden Ringe um den Saturn? Herr la Place beantwortet diese Frage also: er sagt, es ist nicht wahrscheinlich, daß dieß durch's bloße Anhängen ihrer Elemente geschehe; denn alsdann würden ihre dem Saturn nahe liegenden Theile, da sie durch die immer wiederholte Wirkung der Schwere getrieben werden, sich mit der Zeit von den Ringen ablösen, welche durch eine unmerkliche Abnahme endlich vernichtet werden würden: so wie alle Werke der Natur, welche nicht hinreichende Kräfte hatten, um der Einwirkung fremder Ursachen zu widerstehen.

Diese Ringe erhalten sich also ohne ein besonderes Bestreben und durch die bloßen Gesetze des Gleichgewichts; zu diesem Ende muß man ihnen eine Umdrehungsbewegung um eine auf ihrer Ebene lothrechte und durch Saturnus Mittelpunkt gehende Axe beylegen, damit ihre Schwere gegen den Saturn

*) Astronomie, 4te Aufl. Götting. 1792. nach der Vorrede S. XIV. XV.

Saturn durch ihre von dieser Bewegung herrührende Centrifugalkraft im Gleichgewichte erhalten wird.

Man stelle sich also eine in Gestalt des Ringes um den Saturn verbreitete gleichartige Flüssigkeit vor, und erfahre, was sie für eine Figur haben müsse, damit sie vermöge der wechselseitigen Anziehung ihrer Elemente, vermöge ihrer Schwere gegen den Saturn und ihrer Centrifugalkraft im Gleichgewichte sey. Wenn man durch des Planeten Mittelpunkt eine auf der Ebene des Ringes lothrechte Ebene legt, so entsteht ein Durchschnitt dieser Ebene, welche la Place die erzeugende Curve heißt. Nun hat la Place durch Hülfe der Analyse gefunden, daß, wenn die Dicke des Ringes in Vergleichung mit seiner Entfernung vom Saturnus Mittelpunkte nicht beträchtlich ist, das Gleichgewicht der Flüssigkeit möglich ist, wenn die erzeugende Curve eine Ellipse ist, deren große Axe gegen des Planeten Mittelpunkt gerichtet ist. Die Umdrehungszeit des Ringes ist ungefähr die nämliche, wie die Umlaufszeit eines Trabanten, welcher sich in der Entfernung des Mittelpunktes der erzeugenden Ellipse gleichförmig bewegte.

Das Gleichgewicht dieser Flüssigkeit würde noch bestehen, wenn man die Größe und Lage der erzeugenden Ellipse durch den ganzen Umfang des Ringes veränderlich setzte, wofern diese Veränderungen nur erst in viel größern Entfernungen, als die Axe des erzeugenden Durchschnittes ist, merklich wären.

Man kann also annehmen, der Ring habe in seinen verschiedenen Theilen eine ungleiche Dicke, ja man kann sogar setzen, er sey von doppelter Krümmung. Diese Ungleichheiten werden durch die Phänomene des Erscheinens und Verschwindens des Ringes, die bey den beyden Armen desselben verschieden waren, angezeigt; sie sind sogar nothwendig, um den Ring im Gleichgewichte um den Planeten zu erhalten; denn wenn er in allen seinen Theilen vollkommen ähnlich wäre, so würde sein Gleichgewicht durch die geringste Kraft, z. B. durch die Attraktion eines Trabanten, gestört werden, und der Ring würde sich endlich auf den Planeten stürzen.

Die den Saturn umgebende Ringe sind also unregelmäßige feste Körper von ungleicher Dicke in verschiedenen Punkten ihres Umfanges, so daß ihre Schwerpunkte mit den Mittelpunkten ihrer Figur nicht zusammenfallen. Diese Schwerpunkte können als eben so viele Trabanten betrachtet werden, die sich um Saturns Mittelpunkt in Entfernungen bewegen, welche von den Ungleichheiten der Ringe abhangen, und mit Winkelgeschwindigkeiten; die den Geschwindigkeiten der Umdrehung ihrer zugehörigen Ringe gleich sind.

Begreiflich müssen diese Ringe, welche durch ihre eigene Wechselwirkung, durch die Wirkung der Sonne und der Saturnustrabanten getrieben werden, sich um den Mittelpunkt dieses Planeten schwingen, und ihre Knoten mit der Ebene der Bahn des Planeten müssen rückläufige Bewegungen haben. Man könnte glauben, daß sie aufhören müßten, in der nämlichen Ebene zu seyn, weil sie unter der Einwirkung verschiedener Kräfte stehen; aber, da Saturn eine schnelle Umdrehungsbewegung hat, und die Ebene seines Aequators mit der des Ringes und der sechs ersten Trabanten einerley ist, so erhält seine Wirkung das System dieser verschiedenen Körper in dieser Ebene. Die Wirkung der Sonne und des siebenten Trabanten verursacht bloß eine Veränderung in der Lage der Aequatorsebene des Saturnus, welcher bey dieser Bewegung die Ringe, und die Bahnen der sechs ersten Trabanten durch einen Mechanismus fortführt, der demjenigen ähnlich ist, welcher die Bahnen der Jupiterstrabanten, und hauptsächlich die des ersten ungefähr in der Aequatorsebene dieses Planeten erhält.

Woraus endlich dieser Ring bestehe, und wie er entstanden sey, ist verschiedentlich gemuthmaßet worden. Cassini *) hielt ihn für eine aus lauter Monden und Trabanten zusammengesetzte Krone; Whiston für Dünste, welche aus dem Saturn aufsteigen; Maupertuis β) meint, er bestehe aus Dämpfen, welche Saturn dem Schweife irgend eines bey ihm

*) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1715.
β) Sur les different. figures des astres. §. VIII.

ihm vorbeygehenden Kometen entrissen habe, so wie er auch seine Trabanten dem Kometen geraubt haben soll. Herr Kant *) versuchte, die Entdeckung des Saturnusringes auf folgende Art zu erklären. Er nimmt an, daß Saturn, so wie alle andere Planeten, anfänglich ein Komet gewesen sey, der sich um seine Axe drehete. Nachdem nun seine Laufbahn sich mehr dem Kreise näherte, so verlor der neue Planet allmählig seine Wärme, weil er der Sonne nicht mehr so nahe kam; diejenigen Theile, welche den Schweif gebildet hatten, wurden verdichtet, und fielen gegen den Planeten zurück. Die vom Aequator entfernten Theile wurden bey der Umdrehung um die Axe nach den Gesetzen der Centralbewegung gegen die Ebene des Aequators getrieben, kamen daselbst von beyden Seiten zusammen, und vereinigten sich in eine Masse. Diejenigen Theile hingegen, welche vor ihrer Vereinigung dem Körper des Planeten selbst nahe kamen, hatten durch die Umdrehungsbewegung nicht genug Schwung erhalten, um der Gravitation ganz widerstehen zu können, sie fielen also auf den Planeten selst herab, und ließen in der Nähe desselben einen leeren Raum, daher der Ring mit dem Körper selbst nicht zusammenhängt. Dieser Ring mußte nun um den Saturn mit einer Geschwindigkeit umlaufen, welche sich im verkehrten Verhältnisse der Entfernung seines innern Randes von dem Mittelpunkte des Planeten befand. Aus dieser Geschwindigkeit läßt sich selbst die Umdrehungszeit des Planeten finden, wenn man die Geschwindigkeit der Theile im Aequator ihr gleich setzt. Die verschiedenen Streifen, welche man auf der Fläche des Ringes bemerkt hat, zeigen, daß es mehrere concentrische Ringe gibt, welche den Keplerischen Regeln gemäß verschiedene Umlaufszeiten besitzen, indem sich die äußere langsamer, als die innere umdrehen muß. Endlich könnte bey den übrigen Planeten ein ähnlicher Ring deßwegen nicht entstehen, weil die Höhe, in welcher die Theile gegen

*) Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg und Leipzig 1755. 8.

gegen den Planeten zu fallen aufhören, und mit der erlangten Geschwindigkeit vermöge des Keplerischen Gesetzes ihren Umlauf machen, bey allen übrigen Planeten viel zu groß ist, als daß so viele Theile, als zur Bildung des Ringes erforderlich sind, diese Höhe hätten erreichen können. Es muß sich nämlich der Halbmesser des Ringes zum Halbmesser des Planeten, wie die Gravitation zur Schwerkraft verhalten; hätte also z. B. die Erde einen Ring erhalten sollen, so hätte dieser 288 Erdhalbmesser, d. i. über 4½ Mahl weiter, als der Mond, abstehen müssen. In dieser Höhe über der Erde waren nicht Theile genug vorhanden, um einen Ring zu bilden.

Her la Place vermuthet endlich, daß der Saturnusring aus Zonen, welche die Atmosphäre des Saturnus abgesetzt habe, bestehe. Daß Saturn mit einer wirklichen Atmosphäre versehen sey, schließt Hr. Herschel a) aus den Veränderungen der Streifen dieses Planeten. Diese Vermuthung bestätiget er noch dadurch, daß seine Trabanten, wenn sie hinter ihn treten, lange an der Scheibe zu hängen scheinen, ehe sie verschwinden, bey welcher Erscheinung, wenn man auch etwas der Beugung des Lichtes zuschreiben wollte, doch auch Refraktion in dem Medium der Atmosphäre mitwirken müsse. Die Atmosphäre kann sich aber um den Aequator nur so weit ausdehnen, bis die Centrifugalkraft der Schwere genau das Gleichgewicht hält, weil die Atmosphäre bloß durch ihre Schwere gegen den Planeten zurückgehalten werden kann. Der Punkt, wo die Centrifugalkraft der Schwere das Gleichgewicht hält, ist um so viel näher bey dem Körper, je schneller die Umdrehungsbewegung ist. Wenn man sich nun nach Herrn la Place vorstellt, daß die Atmosphäre sich bis an diese Grenze erstrecke, und daß sie sofort sich zusammenziehe, und durch die Erkältung an der Oberfläche des Körpers verdichte, so wird die Umdrehungsbewegung immer schneller werden, und die äußerste Grenze der Atmosphäre wird sich ohne Unterbrechen dem Mittelpunkte nähern. Die Atmosphäre

a) Philos. transact. Vol. LXXX. art. I.

sphäre wird also allmählig in der Ebene ihres Aequators flüssige Zonen absetzen, welche fortfahren werden, um den Körper zu laufen, weil ihre Centrifugalkraft ihrer Schwere gleich ist; da aber diese Gleichheit bey den von dem Aequator entfernten Elementen der Atmosphäre nicht Statt hat, so werden diese nicht aufhören, ihr anzugehören. So scheint nach Herrn la Place der Saturnusring entstanden zu seyn.

Man sieht, daß Herrn la Place Hypothese mit der des Herrn Kant viel Uebereinstimmendes hat, nur daß ersterer den Saturn nicht, wie letzterer, als einen Anfangs vorhanden gewesenen Kometen betrachtet. So viel scharfsinniges aber auch beyde Hypothesen zu sagen scheinen, so läßt sich doch noch manches dagegen einwenden.

M. s. Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 443 u. f. Kästner Anfangsgründe der Astronomie. 4te Aufl. Götting. 1792. §. 199. II–IV. *Wildtii* de rotatione annuli Saturni commentatio. Pars prior. Hannoverae 1795. 4. la Place Darstellung des Weltsystems. Aus d. Franz. Frankf. a. M. 1797. 8. Th. I. S. 82 u. f. Th. II. S. 126 u. f. S. 134.

Sauerbrunnen, Sauerwasser s. **Gesundbrunnen.**

Sauerkleesäure, Kleesäure, Zuckersäure (acidum oxalicum, acetosellae, sacchari, saccharinum, acide oxallique) ist eine eigenthümliche Säure des Pflanzenreichs, welche aus dem Salze des Sauerklees und Sauerampfers, und künstlicher Weise durch Hülfe der Salpetersäure aus dem Zucker, der Stärke, dem Schleime, der Weinsteinsäure und andern nähern Bestandtheilen der Pflanzenkörper gezogen werden kann. Diese Säure ist mit Gewächsalkali im Sauerkleesalze (sal acetosellae), oder dem ausgedruckten und krystallisirten Safte des Sauerklees verbunden. Scheele fand ein Mittel, sie durch Sättigung des Sauerkleesalzes mit Ammoniak und durch Niederschlagung mit einer Auflösung der Schwererde in Salpetersäure davon zu trennen, indem sie sich dabey mit der Schwererde verbindet, von welcher sie durch verdünnte Schwefelsäure befreyet

werden kann *). Bequemer und wohlfeiler läßt sich diese Säure aus dem Zucker gewinnen, indem man auf einen Theil Zucker 6 bis 8 Theile Salpetersäure gießt, und die Mischung einer gelinden Wärme aussetzt. Es entsteht ein heftiges Aufbrausen, und es entwickelt sich eine große Menge salpeterhalbsaures Gas. Nachher, wenn man die Flüssigkeit ruhen läßt, entstehen Crystalle von Zuckersäure, von welcher Scheele zuerst erwiesen hat, daß sie mit der Sauerkleesäure völlig einerley ist.

Die Crystalle der Sauerkleesäure sind vierseitige Prismen mit abwechselnden breiten und schmalen Seitenflächen und zweyseitigen Enden; oft bilden sie vierseitige oder rhomboidalische Tafeln. Ihr Geschmack ist überaus sauer, und 7 Gran ertheilen 2 Pfunden Wasser schon eine merkliche Säure. Im Wasser sind sie weit auflöslicher, als das Sauerkleesalz. In der Südhitze des Wassers sind sie nicht flüchtig.

Die Sauerkleesäure hat eine zusammengesetzte Grundlage. Destillirt man sie für sich, so erhält man daraus kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas, kohlensaures Gas, wenig saure Flüssigkeit, etwas sublimirtes festes saures Salz, welches noch die Eigenschaften der Sauerkleesäure hat; und es bleibt nur eine geringe Menge eines grauen oder braunen Rückstandes, der im freyen Feuer fast gänzlich verschwindet. Das aufsublimirte Salz läßt sich durch eine wiederhohlte Destillation weiter zerstören. Es ist daher die Grundlage der Sauerkleesäure Wasserstoff und Kohlenstoff, wie die der Weinsteinsäure. Sie unterscheidet sich von dieser, wie **Hermbstädt** und **Westrumb** durch ihre Versuche hinlänglich dargethan haben, nur durch ein anderes Verhältniß des Sauerstoffs und der Bestandtheile ihrer Grundlage; und die Weinsteinsäure läßt sich in Sauerkleesäure verwandeln, wenn man schwache Salpetersäure davon gelinde destilliret, wobey sich Salpetergas und kohlensaures Gas erzeuget. Durch concentrirte Salpetersäure und stärkere Hitze wird die Weinsteinsäure

*) In Crells chem. Annal. 1785. B. I. S. 112 f.

säure zur Essigsäure, so wie es auch die Sauerkleesäure selbst damit wird. Die concentrirte Schwefelsäure wird von der Sauerkleesäure in der Hitze ebenfalls zersetzt, und es bilden sich Essigsäure, schwefeligte Säure und Kohlensäure, welche sich verflüchtigen.

Die Neutral- und Mittelsalze, welche aus dieser Säure entstehen, werden im neuern Systeme durch oxalates ausgedruckt wie z. B. oxalate de potasse (sauerkleesaures Gewächsalkali), oxalate de soude (sauerkleesaures Mineralalkali) u. s.

Gegen die Kalkerde hat die Sauerkleesäure eine besonders sehr große Verwandtschaft, welche so gar größer ist, als die, welche die Schwefelsäure dagegen hat. Daher dienet sie sehr gut, als gegenwirkendes Mittel, die Kalkerde in einer Flüssigkeit zu entdecken, auch wenn diese an eine Säure gebunden ist. So wird z. B. gemeines gypshaltiges Wasser von der zugesetzten Sauerkleesäure gleich trübe, und es schlägt sich sauerkleesaure Kalkerde nieder. Am besten kann man sich hiebey des sauerkleesauren Ammoniaks bedienen.

M. s. Gren Handbuch der gesammten Chemie. Th. II. Halle, 1794. 8. §. 1071 u. f. dessen Grundriß der Chemie. Th. I. Halle, 1797. 8. §. 682 u. f. Girtanner Anfangsgr. der antiphlegist. Chemie. Berlin, 1795. 8. S. 330.

Säurestoff, säureerzeugender Stoff, säurendes Princip, Oxygen (oxygenium, oxygenes, principium acidificum, oxygéne, base oxygéne, principe acidifiant). Mit diesem Nahmen bezeichnet man in dem neuen chemischen Systeme den eigenthümlichen Grundstoff der Lebensluft, welchen man zugleich als das allgemeine Princip aller Säuren betrachtet. Der Nahme Oxygen rührt von den Worten ὀξύς und γείνομαι her, und ist wörtlich durch Säure zeugend übersetzet worden.

Das alte System unterscheidet sich von dem neuen vorzüglich darin, daß letzteres alle diejenigen Erscheinungen, welche ersteres mit Hülfe des Phlogiston erklärte, vom Sauerstoffe ableitet, einem Stoffe, welcher in der Natur wirklich vorhan-

vorhanden, und nicht, wie das Stahlische Phlogiston hypothetisch angenommen ist. Dieserwegen hat man auch dem neuern Systeme einen Vorzug vor dem alten gegeben, ob es gleich nicht geläugnet werden kann, daß das Nichtdaseyn eines Phlogiston (jedoch nicht im Stahlischen Sinne) noch gar nicht erwiesen ist.

Das neuere System hat dieses wirklich für sich, daß in der einathembaren Luft ein wägbarer Stoff anzutreffen ist, welcher sich besonders beym Verbrennen verbrennlicher Körper wirksam erweiset, und eben diesen Stoff nennen die Antiphlogistiker den Sauerstoff. Daher auch Herr Girtanner sagt, alle Körper, mit welchen man den Sauerstoff verbindet, werden durch seinen Beytritt schwerer, und alle Körper werden leichter, wenn man sie dieses Stoffs beraubet. Man kann ihn messen und wiegen; und Gewicht ist alle Mahl ein sicherer Beweis der Gegenwart der Materie.

Nach der Lehre des neuern Systems ist der Sauerstoff in außerordentlich großer Menge in der ganzen Natur verbreitet. Er macht beynahe den dritten Theil des Gewichtes der ganzen Atmosphäre aus. Es ist aber bis jetzt noch kein Mittel bekannt, diesen Stoff für sich, und von andern Körpern getrennt, darzustellen. In der Atmosphäre ist er mit dem Wärmestoffe als Sauerstoffgas verbunden, und dieses mit dem Stickgas gemischt.

Um den Sauerstoff vom Wärmestoffe im Sauerstoffgas zu trennen, darf man nur das Sauerstoffgas mit einem Körper in Verbindung bringen, mit welchem der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft hat, als mit dem Wärmestoffe. In diesem Falle wird sich der Sauerstoff mit diesem Körper, und der Wärmestoff mit den benachbarten Körpern verbinden.

So wird beym Verbrennen des Phosphors im Sauerstoffgas letzteres zersetzt, indem sich der Sauerstoff mit dem Phosphor zur Phosphorsäure verbindet, der Wärmestoff aber frey wird, und sich durch Hitze und Licht zeiget. 100 Theile Phosphor geben 254 Theile feste Phosphorsäure, und nehmen folglich während des Verbrennens 154 Theile Sauerstoff

auf. Durch diese Operation wird also der Phosphor gesäuert, und die Ausdrücke, Säuren und Verbrennen bedeuten einerley. Um so viel nun der Phosphor während des Verbrennens am Gewichte zugenommen hat, genau um so viel hat das Sauerstoffgas am Gewichte abgenommen. Daraus erhellet, daß bey einem gewissen Grade der Temperatur der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft zu dem Phosphor, als zu dem Wärmestoffe, hat.

Auch der Schwefel hat die Eigenschaft, das Sauerstoffgas zu zerlegen, und sich mit dem Sauerstoffe desselben zu verbinden. Aus dieser Verbindung entstehet die Schwefelsäure. Acht Gran Schwefel geben bey der Verbrennung 26 Gran Schwefelsäure, mithin hat der Schwefel 18 Gran Sauerstoff aus der Luft an sich genommen, welche eben so viel am Gewichte verloren hat. Vor dem Verbrennen war die Säure im Schwefel nicht enthalten, vielmehr ist dieser eine einfache Substanz, welche sich während des Verbrennens mit dem Sauerstoffe zu Schwefelsäure verbindet.

Durch die Kohle wird ebenfalls das Sauerstoffgas zersetzt. Verbrennt man nämlich Kohlenstaub in Sauerstoffgas über Quecksilber, bis die Kohle erlöscht, so werden davon $\frac{4}{5}$ in kohlengesäuertes Gas (fixe Luft) verwandelt, und $\frac{1}{5}$ bleibt Sauerstoffgas. Die Kohle hat am Gewichte abgenommen, und eben so viel hat das Gas unter der Glocke am Gewicht zugenommen. 100 Gran kohlengesäuertes Gas bestehen aus 28 Gran Kohlenstoff, und aus 72 Gran Sauerstoff. Der frey gewordene Wärmestoff wird sogleich wieder großentheils zur Bildung des kohlengesäuerten Gas verwendet; eben darum glimmt die Kohle nur, und brennt nicht, wie Phosphor und Schwefel, mit Flamme.

Der Sauerstoff hat eine größere Verwandtschaft zum Kohlenstoffe als zum Phosphor und Schwefel. Daher kann man vermittelst der Kohle der Phosphor- und Schwefelsäure den Sauerstoff entziehen, und dadurch den Phosphor und Schwefel wieder herstellen. Auch ist der Sauerstoff mit dem Phosphor näher als mit dem Schwefel verwandt. Wenn

man

man zwey Quentchen Schwefelsäure mit 10 Gran Phosphor in einer metallenen Röhre dem Feuer aussetzet, so erhält man Phosphorsäure und Schwefel, weil der Sauerstoff den Schwefel verläßt, um sich mit dem Phosphor zu verbinden.

In einer gewissen Temperatur hat der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft mit dem Quecksilber, als mit dem Wärmestoffe. Denn setzt man Quecksilber in einem verschlossenen mit Sauerstoffgas angefüllten Gefäße dem Feuer aus, so wird es verkalkt und schwerer; das Gas nimmt am Gewichte ab, und wird um eben so viel leichter. Es hat also das Quecksilber den Sauerstoff aufgenommen, und sich dadurch in Quecksilberhalbsäure verwandelt. Aber in einer noch höhern Temperatur verhält sich diese Verwandtschaft umgekehrt, und der Sauerstoff verläßt wieder das Quecksilber, mit welchem er verbunden war, um sich mit dem Wärmestoffe zu verbinden. Dieß ist die Wiederherstellung des für sich bereiteten Quecksilberkalkes, wobey das Sauerstoffgas wieder entwickelt wird. Der Streit, welcher hierüber geführet worden, ist unter dem Artikel, Chemie, angeführet.

Auch andere Metalle entziehen bey einer gewissen Temperatur dem Sauerstoffgas den Sauerstoff. Z. B. Bley, Zinn u. s. Bringt man in eine gläserne mit Sauerstoffgas angefüllte Glocke über Quecksilber gefeiltes Zinn, und zündet dieses durch einen Brennspiegel an, so saugt es den Sauerstoff ein. Dadurch wird es in eine Halbsäure verwandelt, und nimmt am Gewichte so viel zu, als das Sauerstoffgas abgenommen hat.

Auf solche Art entstehen alle Säuren und Halbsäuren. Der Sauerstoff ist allen gemein. Ihr Unterschied besteht bloß in dem gesäuerten Körper, oder der Grundlage der Säure.

Daß jede Säurung einen gewissen Wärmegrad voraussetzet, welcher bey verschiedenen Körpern auch verschieden ist, ist bereits unter dem Artikel, Säuren, angeführet worden. Bey sehr schnellen Säurungen entstehet Licht und Wärme. Diese werden eigentlich Verbrennungen genennt. Z. B. die Säurung des Phosphors in der Atmosphäre, und die

Säurung des Eisens in Sauerstoffgas. Metalle säuren sich langsamer und ohne merkliche Wärme und Licht. Einige Körper haben eine so große Verwandtschaft zum Sauerstoffe, daß wir sie gar nicht anders kennen, als im gesäuerten Zustande, wie z. B. die Kochsalzsäure.

Noch andere Mittel, Körper zu säuren, s. m. den Artikel, Säuren.

Ueberhaupt wird der Sauerstoff als ein Stoff angenommen, welchen die Natur bey den wichtigsten Operationen gebrauchet. Nach Herrn Girtanner α) steht die Reitzbarkeit organisirter Körper beständig im Verhältnisse mit der Menge des Sauerstoffes, welchen sie enthalten. Alles, was die Quantität des Sauerstoffs vermehret, vermehret auch die Reitzbarkeit. Nach Hrn. von Humboldt β) ist der Sauerstoff ein vorzügliches Mittel, die Reitzbarkeit des vegetabilischen Körpers zu vermehren. Das Keimen und Wachsthum der Samen wurde in der phlogistisirten Kochsalzsäure nicht im geringsten befördert, in der dephlogistisirten Salzsäure aber sehr merklich. Denn der Sauerstoff scheint mit der phlogistisirten Salzsäure zu genau verbunden zu seyn, als daß er dieser durch die vegetabilische Fiber entzogen werden könnte. Die dephlogistisirte Salzsäure aber wird zur phlogistisirten, wenn sie die Samen zum Keimen gebracht, und den überschüssigen Sauerstoff dadurch verloren hat. Selbst das gesäuerte Quecksilber durchdringt in metallischer Gestalt die Haut im menschlichen Körper, wenn es den Sauerstoff der reitzbaren Fiber überlassen hat. Auch entdeckte der Herr von Humboldt nachher, daß die dephlogistisirte Kochsalzsäure auf die thierische Organisation auf eine ähnliche Art, wie auf vegetabilische Körper, wirke. Er ließ zwey an sich schwache

α) In *Rozier* Journ de phys. 1790. Tom. XXXVII. p. 147. Ueber die Irritabilität als Lebensprincip in der organisirten Natur, in Grens Journal d. Phys. B. III. S. 315 f.

β) Aphorismi ex doctrina physiologiae chemicae plantarum in Florae Foisbergens. specim. Berol. 1793. 4. v. Humboldt Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen, a. d. Lat. übers. von Gotfr. Fischer. Leipz. 1794. 8. §. 8.

schwache Froschschenkel durch siebenstündiges Galvanisiren ermatten. Sie zuckten nur schwach, wenn Silber am Muskel, und Zink am Nerv lag, gar nicht, wenn das Silber den Zink und Nerv verband. Mit Wasser bestrichen blieben diese Erscheinungen sich gleich; mit dephlogistisirter Salzsäure aber den Nerv benetzt erfolgten sogleich lebhafte Zusammenziehungen, als das Silber zum Leiter zwischen Zink und Nerven diente. Daß, wie bey den Pflanzen, nur der aus der Säure sich entwickelnde Sauerstoff die Reitzempfänglichkeit mehrte, schien dem Herrn von Humboldt daraus zu folgen, daß die Vermehrung nur in den nächsten 10 Minuten merkbar war, nachher aber eine Atonie entstand, welche durch alkalische Bäder nicht zu heben war. Die Flüssigkeit wirkte nun als phlogistisirte Salzsäure.

Der Sauerstoff zeigt eine große Wirkung auf die Farbe der Körper. Diese verändert sich daher an der atmosphärischen Luft. Eben diese Wirkung auf die Farbe der Körper besitzet die dephlogistisirte Kochsalzsäure, nur in weit kürzerer Zeit, als an der gemeinen Luft. Sie vernichtet alle vegetabilische Farben, und verwandelt sich dabey in phlogistisirte Salzsäure, indem sich ein Theil Sauerstoff mit der vegetabilischen Substanz verbindet. Sie ertheilet den grünen Theilen der Pflanzen eben dieselben Farben, welche sie mit der Zeit an der freyen Luft annehmen, bald gelb, bald weißlich, bald röthlich. Die Blätter der immer grünen Pflanzen, wie z. B. der Stechpalme bleiben in ihr auch lange grün, und werden endlich, wie an der Luft, röthlich. Diejenigen Pflanzen, welche an dunkeln Orten stehen, werden mit der Zeit bleich: erhalten aber am Sonnenlichte ihre Farbe wieder, weil sich alsdann aus ihnen Sauerstoffgas entwickelt, da hingegen im Dunkeln der Sauerstoff bey ihnen bleibt, welcher die Farbe vernichtet. Die weiß gewordenen Pflanzen sind weniger brennbar, weil sie schon gesäuert sind.

Theile von thierischen Körpern werden in der dephlogistisirten Salzsäure gelb, wie z. B. weiße Wolle, weiße Seide.

Auch dieß erfolget mit der Zeit an der Luft, wie beym Elfenbein und der weißen Wolle.

Aus dieser Wirkung des Sauerstoffs auf die Farben lassen sich eine Menge besonderer Erscheinungen herleiten. So lange die Pflanze nicht ans Sonnenlicht kommt, sind alle ihre Theile weiß; erst dann entwickelt sich vermöge desselben aus ihr Sauerstoffgas, und sie erhält dadurch ihre Farbe. Der innere Theil eines Baumstammes ist weiß, weil dahin das Licht nicht kommen kann; Schimmel, der an einem dunkeln Orte wächst, ist weiß, und erhält erst am Lichte Farbe. Die Blätter, wenn sie erst ausbrechen, und die im Kelche noch eingewickelten Blumen, sind weiß, ehe sie an das Licht kommen. Das Tuch, welches erst aus der Indigoküpe kömmt, ist grün, und wird erst an der Luft blau, indem es Sauerstoff verliert. Mit verdünnter dephlogistisirter Salzsäure wird es wieder grün; und an der Luft wieder blau. Gießt man stärkere unverdünnte dephlogistisirte Salzsäure auf, wodurch sehr viel Sauerstoff mit der Indigofarbe verbunden wird, so wird sie gelb, und läßt sich nachher nicht wieder blau machen. Vegetabilische Aufgüsse und Decocte erhalten an der Luft eine dunklere Farbe. Mit Oelfarbe erst gemahlte Bilder sind weit heller, als wenn sie eine Zeit lang der Luft ausgesetzet sind.

Alle diese Wirkungen erfolgen von dem Sauerstoffe in der Atmosphäre. Alle Körper, mit welchen dieser eine nähere Verwandtschaft hat, als mit dem Wärmestoffe, nehmen ihn auf, und werden heller von Farbe. Alle Körper hingegen, welche mit dem Wärmestoffe näher, als mit dem Sauerstoffe verwandt sind, verlieren ihren Sauerstoff, und werden an Farbe dunkeler.

Auch die Farbe des Blutes wird durch den Sauerstoff verändert, welcher beym Athmen durch Zersetzung des Sauerstoffgas der Atmosphäre frey wird. Ein Theil desselben verbindet sich mit dem venösen Blute, und verwandelt seine dunklere Farbe in eine hellrothe. M. s. Athmen.

Herr Beddoes *) in Oxford hat noch mehrere merkwürdige Anwendungen der Lehre vom Sauerstoffe auf Physiologie und Pathologie gemacht. Es nimmt dieser mit Herrn Girtanner den Sauerstoff als Princip der Reitzbarkeit und Lebenskraft an, erklärt den Scorbut aus Entziehung des Sauerstoffs, wovon das Fettwerden nur dem Grade nach verschieden sey; die Lungenschwindsucht hingegen aus dem Ueberflusse des Sauerstoffes, woraus zugleich erhellet, warum dieses Uebel während der Schwangerschaft stille steht, warum denenjenigen, welche an dieser Krankheit leiden, das Einathmen der Lebensluft schädlich, hingegen das Athmen der mit Stickluft vermischten Luft heilsam sey u. s. f.

Ob nun gleich auf keine Weise geläugnet werden kann, daß ein gewisser wägbarer Stoff oder die Basis der Lebensluft in der Atmosphäre zugegen ist, so hat man doch verschiedenes gegen die Eigenschaften, welche dieser Stoff nach der Meinung der Antiphlogistiker besitzen soll, eingewendet. Eine der vorzüglichsten Eigenschaften dieses Stoffs soll diese seyn, daß er, mit andern Körpern verbunden, denselben einen säuerlichen Geschmack mittheile; daher ihn auch Herr Girtanner principium acidum nennt. Die Antiphlogistiker berufen sich vorzüglich auf diejenigen Thatsachen, wodurch aus dem Phosphor, Schwefel und der Kohle durchs Verbrennen derselben im Sauerstoffgas Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure erhalten wird. Dagegen wird aber nach dem System von Brennstoff behauptet, daß in dem Phosphor, dem Schwefel und der Kohle und andern Stoffen, aus welchen sich durch die Aufnahme der Basis der Lebensluft die Säure entwickelt, diese schon als Säure zugegen gewesen sey; der Brennstoff allein, womit sie verbunden war, änderte ihre Natur und Eigenschaften ab, so daß sie im Phosphor, im Schwefel, in der Kohle u. s. f. nicht als Säure sich den Sinnen offenbaren konnte. Daher be-

*) Observ. on the nature and cure of calculus, sea-scurvy, consumption, catarrh and fever; together with conjectures upon several other subjects of Physiology and Pathology. Lond. 1793. 8.

steht nach diesem System die Säurewerdung jener Körper nicht bloß darin, daß die Grundlage der gebildeten Säure die Basis der Lebensluft aufnehme, sondern daß auch ihr Brennstoff abgeschieden werde, zu dessen Abscheidung die Aufnahme der Basis der Lebensluft Bedingung ist. Je weniger die Grundlagen der Säure ihren Brennstoff verloren haben, desto unvollkommener und unvollständiger erscheinen sie als Säuren; dieserwegen nennt auch dieses System diese Säuren phlogistisirte Säuren.

Man hat ferner eingewendet, daß in vielen Körpern, welche nach dem antiphlogistischen Systeme das Oxygen in großer Menge enthalten sollen, gar keine Spur von Säure anzutreffen sey. Dieß ist der Fall bey der dephlogistisirten Luft und noch mehr bey dem Wasser, welches mehr Oxygen, als irgend ein anderer Körper, enthalten soll, und gleichwohl offenbar keine saure Beschaffenheit zeigt. Hierauf antwortet man: es werde nicht behauptet, daß das Oxygen selbst sauer sey, sondern nur, daß es in einer Verbindung mit einer säurefähigen Basis Säuren erzeuge; es gehöre aber weder der Wärmestoff, womit es in der reinen Luft, noch der Wasserstoff, womit es im Wasser verbunden sey, zu den säurefähigen Grundlagen.

Diese Antwort scheint zwar den Begriffen zu widersprechen, welche Lavoisier und andere ihm folgende Schriftsteller bey dem Systeme festsetzen. Nach diesen Begriffen liegt der Grund der Säurung nicht in der Grundlage, sondern in dem Oxygen selbst. Nach Lavoisier ist jede Verbindung irgend eines Körpers mit dem Oxygen eine Säurung, und die Säurung einer jeden Substanz bildet Säure; der Sauerstoff ist es, welcher die Säure macht, und die Natur der Grundlage bestimmt nur ihre Verschiedenheit. Diesen Begriffen gemäß könnte man bey jeder Substanz, welche sich mit dem Oxygen verbindet, einen sauren Geschmack erwarten, welches aber keinesweges Statt findet. Allein diese Ausdrücke werden von den Antiphlogistikern nicht in so strengem Sinn genommen. Sie unterscheiden selbst die verschiedenen

denen Grade der Sättigung mit Oxygen, und erinnern ausdrücklich, daß der erste unvollkommene Grad noch keine Acidität erzeuge. So bemerkt Hr. Girtanner, daß der säuerliche Geschmack nicht bey allen Körpern zu bemerken sey, die Sauerstoff enthalten. Wasser, Braunstein, und alle Halbsäuren haben keinen säuerlichen Geschmack, ungeachtet sie Sauerstoff enthalten. Man sieht also hieraus, daß die Meinung der Antiphlogistiker nicht dahin geht, alles das für sauer zu halten, was Sauerstoff enthält. Dann sollte aber auch nicht dieser Stoff principium acidum, sondern vielmehr principium acidificum genennt werden. Meiner Meinung nach hat man gar nicht nöthig, das Oxygen selbst als sauer zu betrachten; und gleichwohl kann es in Verbindung mit einem andern Körper eine Säure hervorbringen. Denn es läßt sich gar wohl gedenken, daß zwey Körper in ihrer innigsten Verbindung Eigenschaften erhalten, welche ein jeder Körper für sich nicht hat; Beyspiele hiervon geben die Neutral- und Mittelsalze, bey welchen keine Säure mehr zu spüren ist. Warum sollten nicht auch zwey Körper, von welchen keine Acidität für sich zeiget, in ihrer innigen Verbindung eine Säure zuwege bringen?

M. s. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 51 u. f. Grens Journal der Physik B. III. S. 315 f. 507 f.

Saugen (suctio, suction, succion). Wenn durch irgend eine Vorrichtung in einem hohlen Canale die in selbigem eingeschlossene Luft dünner, als die äußere atmosphärische Luft gemacht wird, so treibt alsdann der Druck der Atmosphäre alle Materien besonders flüssige, welche mit dem Canale in Gemeinschaft stehen, durch jede Oeffnung nach allen Richtungen in denselben hinein, so daß zuletzt bey fortgesetzter Verdünnung der Luft in dem Canale flüssige Körper seitwärts und aufwärts gebracht werden können. Diese Wirkung nennt man das Saugen.

Wenn die Röhre (fig. 44.) i e, welche mit einem an der innern Fläche genau anschließenden Stempel f g versehen ist,

in

in ein mit einer Flüssigkeit angefülltes Gefäß getaucht, und der Stempel bis zur Höhe h über dem Wasserspiegel a d gezogen wird, so folgt die Flüssigkeit in der Röhre dem Stempel, und füllt den ganzen innern Raum h f g an; man sagt alsdann, der Stempel sauge. Allein es ist der Stempel nicht, welcher die Flüssigkeit nach sich zieht, sondern der Druck der über e f und g d liegenden äußern Luft treibt die Wasserfläche f g in die Höhe, weil über ihr bis h durchs Aufziehen des Stempels ein luftleerer Raum geworden ist, in welchem keine gleich elastische Luft jenem Drucke entgegen wirkt. Wird mit dem Munde gesaugt, so bilden Lippen und Gaumen den Canal, und die fest anschließende Zunge vertritt die Stelle des Stempels u. s. w. Saugt der Mund an einem langen Rohre, so ist die innere Höhlung desselben bloß als eine Verlängerung des Canals, welchen Lippen und Gaumen bilden, anzusehen; das Zurückziehen der Zunge verdünnt die Luft in dem Canale, und so wird durch den Druck der äußern elastischen Luft die Flüssigkeit durch das Ende des Rohrs hineingetrieben. Auf ähnliche Art geschieht das Einathmen der Luft; durch die Erweiterung und Vergrößerung des Raums in der Brusthöhle und der Lunge wird die innere Luft verdünnt, und die dichtere äußere Luft durch das Uebergewicht ihrer Elasticität hineingetrieben. Dieses Saugen ist also kein Erfolg einer anziehenden Kraft des Kolbens, Mundes u. dergl., wie die gemeine Redensart, Einziehen, anzudeuten scheint, sondern rührt bloß vom Druck der äußern Luft her. Daher kommt es auch, daß alles Saugen im luftleeren Raume ganz wegfällt, und daß es selbst in der atmosphärischen Luft nur so weit geht, bis der Gegendruck, welchen die eingesogene Materie vermöge ihres Gewichtes ausübt, dem Drucke der äußern Luft gleich wird. Aus diesem Grunde kann das Wasser durch Saugen nicht viel über 30 Fuß, und Quecksilber nicht viel über 26 Zoll senkrechter Höhe gehoben werden. M. s. Luftkreis.

Es gibt Körper, welche sich mit Flüssigkeiten anfüllen, wenn sie mit diesen in Berührung kommen. Auch dieß nennt man

man Saugen, aber in einer ganz andern Bedeutung des Wortes. So sagt man z. B. Schwamm, Leinwand, Löschpapier u. s. sauge Wasser, Pflanzen u. s. f. saugen Nahrungssaft ein. Hier kann man gar nicht annehmen, daß das Eindringen der Feuchtigkeit in die Körper durch den Druck der Atmosphäre erfolge, vielmehr muß hier ein ganz anderer Grund vom Eindringen der Feuchtigkeit gesucht werden, der vorzüglich in dem Bau der Körper und anderen auf sie wirkenden Kräften zu suchen ist. M. s. Haarröhren.

Saugwerk, Saugpumpe (antlia suctoria, pompe aspirante) ist eine Pumpe, worin das Wasser beym Aufziehen des Stempels durch den Druck der Atmosphäre in die Höhe gebracht wird. M. s. Pumpe, Saugen.

Es ist eben nicht nothwendig, daß der Kolben in seinem niedrigsten Stande unter der Oberfläche des Wassers sich befinde, wie dieß bey der Einrichtung der gewöhnlichen Wasserpumpen Statt hat, vielmehr kann er eine ansehnliche Strecke über selbiger seyn. In diesem Falle treibt nun der Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche des Wassers selbiges in die Röhre, wenn der Kolben höher gehoben, und hierdurch die unter dem Kolben befindliche Luft verdünnt worden, ehe es durch das Ventil des Stiefels tritt. Es ist folglich hier ein wirkliches Saugen, so wie es im vorigen Artikel erklärt worden, vorhanden.

Die gewöhnliche Einrichtung einer Saugpumpe besteht überhaupt in folgenden Stücken: die Pumpe besteht aus zwey Röhren (fig. 45.) a b c d und e g h f, wovon die erstere der Stiefel, und die andere, welche ins Wasser zu stehen kommt, und nicht über 28 Fuß seyn kann, die Saugröhre, oder bey den Kunstgezeugen im Bergbau, der Ansteckekiel, genannt wird. Der Stiefel, in welchen der Kolben auf- und niederspielt, ist etwas weiter, als die Saugröhre. Uebrigens sind der Stiefel und die Saugröhre da, wo sie an einander gesetzt werden, mit Rändern umgeben, zwischen welche ein lederner Ring gelegt, und alsdann alles vermittelst Schrauben gehörig befestigt wird. Soll die Pumpe reines Wasser

geben,

geben, so wird unten in der Saugröhre ein mit Löchern durchstochenes Blech, der **Seiher**, angebracht. Der Stiefel ist unten bey i, so wie der Kolben bey k mit einer Klappe oder einem Ventile versehen. M. s. Pumpe.

Steht nun anfänglich der Kolben in seiner niedrigsten Stelle, so daß er das Ventil i unten im Stiefel unmittelbar berührt, so würde in dieser Voraussetzung zwischen beyden gar keine Luft befindlich seyn, wenn die untere Fläche des Kolbens an das Ventil allenthalben genau anschlösse; die zwischen beyden anfangs befindliche Luft würde durch das Kolbenventil beym Niederstoßen gänzlich heraus treten, und dieß würde die vollkommenste Einrichtung der Pumpe seyn. Allein sie läßt sich nicht wohl so machen, daß sie dieser Voraussetzung völlig gemäß wäre. Zwischen dem Kolben und dem Ventile wird ein kleiner Raum bleiben, welcher folglich Anfangs mit Luft von natürlicher Dichtigkeit angefüllt ist. Wenn aber der Kolben nun bis zu seiner höchsten Stelle, etwa z. B. 4 Fuß hoch hinauf steigt, so breitet sich die vorhin unter dem Kolben zurückgebliebene Luft in den ganzen Raum aus, der nun zwischen dem Kolben und Ventil leer wird. Hierdurch wird ihre Elasticität vermindert, und die Elasticität der in der Saugröhre befindlichen Luft ist stärker; daher stößt sie das Ventil i auf, und ein Theil von ihr tritt in den Stiefel hinein. Hierdurch wird zugleich die Elasticität der in der Saugröhre zurückbleibenden Luft vermindert, so daß sie mit der Elasticität der äußern Luft nicht mehr im Gleichgewichte bleibt. Es wird daher die äußere Luft in der Saugröhre so viel Wasser hineintreiben, bis das Gewicht der hineingetretenen Wassersäule mit dem Drucke der eingeschlossenen Luft zusammen dem Drucke der Atmosphäre gleich ist. Indem ferner der Kolben von der höchsten bis zur niedrigsten Stelle zurückgestoßen wird, druckt er die unter ihm und über dem Stiefelventil i befindliche Luft zusammen; diese schließt also das Stiefelventil, stößt das Kolbenventil auf, und tritt durch dasselbe über den Kolben hinauf, einen kleinen Theil ausgenommen, welcher wie zu Anfange zwischen Kolben und Stiefel-

Stiefelventil zurückbleibt. Beym zweyten Hub des Kolbens wird nun eben das mit einem geringen Unterschiede erfolgen, was beym ersten Hub erfolgte. Ueberhaupt sieht man leicht, wenn der Kolben fortfährt, auf und nieder zu spielen, daß bey jedem neuen Hub das Wasser in der Saugröhre höher steigen, und endlich durch das Ventil i in den Stiefel hineintreten müsse; da es alsdann weiter mittelst des Kolbens, wie bey der gemeinen Wasserpumpe, bis zur Ausgußröhre a gehoben wird.

Ließe sich die Einrichtung so machen, daß der Kolben in seinem niedrigsten Stande ganz genau an den Boden des Stiefels, und das daselbst befindliche Ventil anschlösse, so würde das Wasser allemahl bis in den Stiefel treten, und bis zur höchsten Stelle des Kolbens gehoben werden, wenn nämlich die größte Kolbenhöhe über dem Wasserpaß m l nicht über 32 Rheinl. Fuß beträgt. In allen andern Fällen, wo zwischen dem Kolben in seinem niedrigsten Stande und dem Boden des Stiefels ein Zwischenraum bleibt, wird die in demselben zurückbleibende Luft dem in der Saugröhre hinaufsteigenden Wasser desto mehr hinderlich seyn, je größer dieser Zwischenraum ist. Er heißt deßwegen der schädliche Raum der Pumpe, und die Pumpe ist desto vollkommener, je kleiner dieser schädliche Raum ist. Wenn man das Pumpenventil nicht im Boden des Stiefels, sondern irgendwo in der Saugröhre anbringen wollte, so würde man hierdurch den schädlichen Raum vergrößern, und dieß desto mehr, je niedriger das Ventil in der Saugröhre angebracht würde. Die allerunvollkommenste Pumpe würde also diejenige seyn, welche ihr Ventil nicht am obersten, sondern am untersten Ende der Saugröhre bey e f hätte.

Herr Parent α) war der erste, der eine Theorie der Saugwerke entwarf, und sie in acht Aufgaben mit Betrachtung des schädlichen Raumes, jedoch ohne Beweise der Auflösungen, vortrug. Herr Belidor β) führt diese Aufgaben des

α) Recherches de physique et de mathem. Paris 1700.
β) Architect. hydraul. L. III. chap. 3. §. 919 - 926.

des Herrn Parent mit dessen eigenen Worten an, und entwickelt hiernächst die Theorie, worauf die Auflösungen dieser Aufgaben beruhen. Auch gibt Herr Muschenbroek *) eine Theorie der Saugpumpen, welche Herr Karsten nebst der Belidorschen vorträgt, und zugleich einige Unrichtigkeiten seiner Vorgänger berichtiget. Der schädliche Raum hat aber nur so lange Einfluß auf die Pumpe, bis das Wasser den Kolben erreicht hat. So bald dieß geschehen ist, so wird die Pumpe bey jedem Hub so viel Wasser geben, als den körperlichen Raum des Kolbenzuges ausfüllt, wofern nur der Kolben nicht schneller steigt, als das Wasser nachfolgen kann. In diesem letztern Falle würden Untersuchungen über die vortheilhafteste Geschwindigkeit der Kolbenzüge anzustellen seyn.

Bey dieser beschriebenen Einrichtung der Saugpumpe kann nur beym Heraussteigen des Kolbens Wasser gehoben werden, indem beym Herabsinken desselben das gehobene Wasser durch seine Klappe geht. Um diesen Stillstand des zu hebenden Wassers aufzuheben, pflegt man die Kolben zweyer Saugwerke so mit einander zu verbinden, daß sie wechselsweise steigen und sinken, also der eine binnen der Zeit niedergeht, da der andere das Wasser heraussaugt. Eine solche Einrichtung wird ein doppeltes Saugwerk genennt, wobey alles so angeordnet werden kann, daß die Ausgußröhre beyder Stiefel ihr Wasser in einerley Behälter ausschütten, welcher dadurch einen beständig ununterbrochenen Zufluß erhält. Es können noch mehr, als ein Paar Saugwerke so mit einander verbunden seyn, daß binnen der Zeit die eine Hälfte Wasser sauget, da die Kolben der übrigen abwärts gehen, wodurch ein zusammengesetztes Saugwerk entsteht.

Ist die Ausgußröhre nahe über dem höchsten Kolbenstande befindlich, so ist die ganze Maschine ein bloßes Saugwerk, und heißt in der Sprache des Bergbaues ein niedriger Satz. Durch einen solchen läßt sich das Wasser nie höher

*) Introduct. ad phil. natur. Tom. II. §. 2125 seqq.

höher, als etwa 15 Ellen über seine natürliche Stelle heben. Die Größe des Widerstandes, welchen die bey einem solchen Saugwerke angreifende Kraft zu überwinden hat, ist dem Gewichte einer Wassersäule gleich, deren Grundfläche der Grundfläche des Kolbens, und deren Höhe der Höhe des Kolbens von der Oberfläche des Wassers gleich ist. Es wird nämlich der Kolben von einer Luftsäule von oben herab so stark gedruckt, als wenn eine von 32 Fuß hohe Wassersäule darüber stände, deren Grundfläche der Grundfläche des Kolbens gleich ist. Aber eben dieser Kolben leidet auch gegen die Grundfläche einen aufwärts gerichteten Druck, welcher dem Gewichte einer Wassersäule gleich, deren Grundfläche mit der Grundfläche des Kolbens einerley, deren Höhe aber übrig bleibt, wenn man die Höhe von der Oberfläche des Wassers bis zum Kolben von 32 Fuß subtrahiret. Setzt man also die Grundfläche des Kolbens $= \varepsilon$, die Höhe desselben von der Oberfläche des Wassers $= \alpha$, und das specifische Gewicht des Wassers $= \gamma$, so ist der Druck gegen den Kolben von oben herab $= 32 . \varepsilon . \gamma$, und der Druck gegen eben diesen Kolben von unten hinauf $= (32 - \alpha) \varepsilon . \gamma$. Subtrahiret man nun diesen von jenem, so ergibt sich $32 . \varepsilon . \gamma - (32 . - \alpha) \varepsilon . \gamma = (32 - 32 + \alpha) \varepsilon . \gamma = \alpha . \varepsilon . \gamma$, und so stark wird der Stempel unterwärts gedruckt, mithin muß auch die an der Zugstange ziehende Kraft eben so groß seyn, um mit jenem Drucke das Gleichgewicht zu halten.

Es können Umstände eintreten, wo die Höhe einer solchen Saugpumpe nicht hinreichend ist; alsdann pfleget man auf dem Stiefel über a d noch ein Aufsatzrohr oder Steigerohr von ziemlicher Höhe zu setzen, an dessen obern Ende erst die Ausgußröhre befindlich ist. Bey dem Bergbaue wird eine solche Einrichtung ein hoher Satz genennt. In einem solchen Falle wird der Kolben außer dem Drucke der Atmosphäre noch den Druck von dieser Wassersäule von oben herab leiden. Setzt man nun die Höhe dieser Wassersäule über dem Kolben bis an die Ausgußröhre $= \beta$, so wird der ganze Widerstand, welchen die Kraft an der Zugstange zu über-

winden hat, dem Gewichte einer Wassersäule gleich, deren Grundfläche mit der Grundfläche des Kolbens einerley, und deren Höhe $= \alpha + \beta$ ist, also so groß als die Höhe der Ausgußröhre über dem Wasserpaß, wovon das Wasser hinauf gesauget werden soll. Würde eine solche Höhe noch nicht hinreichend seyn, so müssen mehrere Sätze über einander angebracht werden, wovon ein jeder mit einem doppelten Saugwerke mit Aufsatzrohre besteht. Der untere Satz schüttet das Wasser in einen besondern Behälter, aus welchem der folgende Satz das Wasser wieder in einen zweyten Behälter hebt u. s. f. Mittelst solcher Anordnungen läßt sich das Wasser bis auf 200 Lachter hoch aus der Tiefe heben. Die Zug- und Kolbenstangen, welche in jedem Satze durch das ganze Aufsatzrohr hindurchgehen, sind durch die so genannten **Krumsen** oder **Armen** an den Kunststangen fest, welche bis zur ganzen Tiefe des zu hebenden Wassers hinabreichen, und eben von den beyden Enden eines in der Mitte befestigten Balkens, der **Wage**, herabhangen. Beym Gange einer solchen Kunst wendet sich diese Wage in der Mitte als ihrem Ruhepunkte hin und her, wodurch ihre beyden Enden wechselsweise auf- und absteigen, und den Pumpenstangen ihre nöthige auf- und niederspielende Bewegung geben. Gewöhnlich ist die Kraft, welche ein solches Kunstwerk treibet, ein durchs Wasser oder durch Wind in Bewegung gesetztes Rad mit einer starken eisernen Kurbel, welche mittelst einer an ihr angebrachten Stange, oder auch im nöthigen Falle mittelst so genannter Feldgestänge die Wage an beyden Enden auf- und niederschiebet. Diese so genannten **Stangenkünste** sind von ungemein großem Nutzen, nicht nur im Bergbau, sondern auch selbst zu anderen Absichten, bey welchen nothwendig viel Wasser gebrauchet, und oft sehr weit herbeygeschaffet werden muß. Aus dem vorhin Angegebenen ist es übrigens leicht zu beurtheilen, wie groß die an der Maschine angebrachte Kraft seyn müsse, um mit dem zu hebenden Wasser das Gleichgewicht zu erhalten. Natürlich wird diese Kraft etwas größer ausfallen, wenn das Kunstwerk

werk in Bewegung versetzet werden soll; die Größe derselben richtet sich alsdann nach der Geschwindigkeit der Bewegung, nach dem Verhältnisse der Stiefel und der Saugröhren und nach der Länge der letztern. Je kleiner die Saugröhren seyn können, je langsamer die Bewegung der Kolben und je weiter der Querschnitt der Stiefel in Vergleichung mit dem Querschnitte der Saugröhren sind, desto kleiner ist der Ueberschuß der Kraft über diejenige, welche zum Gleichgewichte erfordert wird. Daher richtet man gewöhnlich die Saugröhren so ein, daß der Durchmesser des Querschnittes derselben $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ von dem Durchmesser des Querschnittes der Stiefel betrage. Beschreibungen solcher Kunstwerke findet man bey **Leupold** [α]), **Calvör** [β]) und im Bericht vom Bergbau [γ]).

Die Einrichtungen solcher Pumpen, welche beym Aufsteigen des Kolbens nicht allein das Wasser saugen, sondern auch heben, und beym Herabgehen desselben bloß das Wasser durchs Ventil hindurchlassen, sind eigentlich vereinbarte **Saug- und Druckwerke**. Indessen kann auch ein Saugwerk mit einem Druckwerke so verbunden seyn, daß der Kolben bloß das Wasser sauget, und beym Niedergehen in eine seitwärts gehende Röhre hinein druckt, und solche Kunstwerke heißen ganz eigentlich vereinbarte **Saug- und Druckwerke** (antlia suctoria simul et compressoria.)

M. s. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik Th. V. Hydraulik. Abschnitt XVII–XIX.

Scala, Gradleiter (scala, echelle) heißt in der Physik eine jede Theilung einer Linie in gleiche oder ungleiche Theile, dergleichen gewöhnlich den Nahmen der **Grade** führen. M. s. **Grade**. Was die Theilung betrifft, so beruhet diese theils auf der Absicht und Natur des Werkzeuges, theils aber auch auf willkührliche Bestimmungen. Beyspiele

 davon

α) Theatr. machinar. general. cap. XXIV, §. 613. S. 179.
β) Acta historico-chronolog.-mechanica circa metallurgiam in Hercynia superiori. Th. I. Cap. II. Abth. 2. §. 3.
γ) Freyberg 1769. 4. nachher Leipzig 1772. 4.

davon trifft man in den Artikeln, Aräometer, Barometer, Hygrometer, Thermometer an.

Weil es bey einem zweckmäßig eingerichteten physikalischen Werkzeuge, bey welchem Gradabtheilungen nothwendig sind, vorzüglich darauf ankommt, die Abtheilungen genau bemerken zu können, so ist es nicht genug, die Theile mit bloßen Punkten zu begrenzen, vielmehr müssen sie durch Linien bemerkbar gemacht werden. Zu dieser Absicht zieht man nicht eine einzige, sondern zwey oder mehrere Linien mit einander parallel, welche alle auf gleiche Art eingetheilet werden, und bemerket die Grenzen der Abtheilungen durch rechtwinklichte Querlinien. Auf solche Art erhält das Ganze die Aehnlichkeit einer Leiter, woher die Benennung der Scalen und der Grade oder Stufen entstanden ist.

Scophander, Schwimmkleid s. Schwimmen.

Schall (sonus, son). Mit diesem Nahmen druckt man gewisse Wirkungen für unser Gehörorgan aus, welche entstehen, wenn Körper in eine zitternde Bewegung kommen, oder auch die Luft in einem zusammengepreßten Zustande war, und selbige durch eine enge Oeffnung schnell hervordringt, oder sonst auf irgend eine Art sich schnell entwickelt. So entsteht ein Schall, wenn eine gespannte Saite in eine schwingende Bewegung versetzet wird, wenn eine Peitsche schnell in der Luft beweget wird, wenn entzündbare Luftarten angezündet werden u. s. f. Die Versuche erweisen, daß diese Wirkung unser Gehörorgan nicht rühret, wenn im luftleeren Raume eine Saite in zitternde Bewegung gebracht wird, oder wenn an einen elastischen Körper angeschlagen wird u. s. f. Es ist daher die Luft ein vorzügliches Mittel, den Schall bis an unser Gehör fortzupflanzen.

Bey einem jeden Schalle sind aber zwey Bedingungen vorauszusetzen, nämlich erstlich der Körper, welcher einen Schall hervorbringen soll, und zweytens durch welche Mittel derselbe bis zu unserm Ohr fortgepflanzet wird. Um also von dem Schalle gehörig urtheilen zu können, ist es nöthig, diese beyden Stücke näher zu untersuchen.

Alle

Alle diejenigen Körper, deren Theile einer schwingenden Bewegung fähig sind, geben unter gewissen Umständen Schalle, und heißen daher **schallende Körper** (corpora sonora). Sehr oft ist ein solcher schallender Körper die Luft selbst, jedoch nie allein, sondern alle Mahl in Verbindung mit andern Körpern, welche sie in Bewegung versetzen. Auf solche Art entsteht der Knall einer Peitsche, die starken Explosionen beym schnellen Abbrennen gewisser Körper, das Krachen des Donners u. dergl. Denn hierdurch werden in der Luft heftige Bewegungen veranlaßt, welche nachher vermöge ihrer Elasticität an diejenigen Stellen, woraus sie vertrieben ward, plötzlich zurückkehret, und den Schall verursachet. Das Brausen des Windes und der Schall der Blasinstrumente entstehen durch den Stoß des Windes an andere ruhende Körper. Außerdem kann aber ein Schall ohne Zuthun der Luft bey allen elastischen Körpern entstehen. Weil nun alle Körper Elasticität besitzen, so sind auch alle Körper schallende Körper, die Körper mögen feste oder flüssige seyn. Denn vermöge der Elasticität besitzen die Körper die Fähigkeit, in schwingende Bewegung versetzet zu werden. Daraus folget also, daß der Schall desto stärker ist, je mehr die Körper Elasticität besitzen, folglich je größer die Spannung der Theile ist; daß er aber im Gegentheil desto dumpfer ist, je geringer die Elasticität der Körper, folglich je geringer die Spannung der Theile ist. Es kann also der Schall eines ursprünglich schallenden Körpers vermehret werden, wenn seine Elasticität vermehret wird. In allen diesen Fällen ist zwar die Luft in so fern als mitwirkend zu betrachten, als sie den Schall bis zu unserm Ohr fortpflanzet, allein sie träget nichts zur Entstehung des Schalles bey.

Das Wesen des Schalles besteht nicht in dem Zittern der kleinsten Körpertheilchen, wie man sonst allgemein glaubte. Zu dieser Meinung ward man vorzüglich durch die Gründe und Versuche der Hrrn. Perrault, Carre, und de la Hire *),

*) Experiences sur le son in den mémoir. de Paris 1709. 1716.

welche auch Musschenbroek *) anführet, verleitet. So suchte man z. B. den Klang einer in Bewegung gesetzten gespannten Saite nicht in dem Schwingen derselben, sondern in dem Zittern der kleinsten Theile, und selbst Musschenbroek zeigt in einer Figur, wie sich die Theile bey ihrem Zittern an einander hin und her schieben müssen, um den Klang hervorzubringen. Allein neuere Versuche, welche bereits unter dem Artikel, **Klang**, sind angeführet worden, haben gelehret, daß bey klingenden Körpern gar kein Zittern der kleinsten Theilchen Statt finden kann. Vielmehr bleiben sowohl bey klingenden Saiten, als auch bey tönenden Glocken, Scheiben, Stäben und Ringen einige Stellen ganz unbeweglich, die Theile um selbige herum aber besitzen eine solche schwingende Bewegung, daß die Schwingungen auf beyden Seiten dieser unbeweglichen Stellen (Schwingungsknoten) nach entgegengesetzten Richtungen gehen.

Zum Beweise, daß das Zittern der kleinsten Theile nothwendig bey klingenden Körpern da seyn müsse, führet de la Hire unter andern besonders folgenden Versuch an. Wenn die elastischen Schenkel einer Feuerzange zusammengedruckt, und schnell fahren gelassen werden, so schwingen sie, ohne zu klingen; werden sie aber von außen her an einen harten Körper gestoßen, so geben sie augenblicklich einen Klang. Hieraus schließt er nun, daß der Schall nicht durchs Schwingen der ganzen Schenkel entstehen könne, welches der Stoß an harte Körper eher vermindern müßte, sondern aus dem Zittern der Theilchen, welches den Stoß hervorbringt. Auf eben diese Art oscilliret eine stählerne Gabel, welche man locker zwischen zwey Finger hält, und damit auf den Teller schläget, ohne zu klingen; so bald man aber gleich nach dem Anschlagen auf den Teller den Heft der Gabel an einen harten Körper bringt, so gibt sie einen Klang. Wenn ferner eine klingende Saite einen Dämpfer berühret, so hört der Klang auf, obgleich die Saite noch immer fortschwingt; wird aber ein Schlüssel daran gehalten, an welchen sie beym Schwin-

*) Introduct. ad philosoph. natural. Tom. II. §. 2191 seq.

Schwingen stößt, so fängt der Klang von neuem an. Allein alle diese Erscheinungen sind keine Beweise für de la Hire's Satz. Vielmehr ist ihre Erklärung diese. Es sind nämlich die Schwingungen der ganzen Schenkel der Feuerzange, der ganzen Gabel, der gedämpften Saite u. s. w. zu langsam, um einen Klang hervorzubringen; durch's Anstoßen derselben an einen harten Körper aber werden die Schwingungsknoten verändert, wodurch die schwingenden Theile verkürzt werden, und daher schnellere Schwingungen entstehen, die einen Klang zuwege zu bringen im Stande sind. In den neuern Zeiten hat man jedoch das Zittern der kleinsten Theile des schallenden Körpers durch einen Versuch erweisen wollen *). Wenn man nämlich mit einem reinen nassen Finger auf dem Rande eines mit Wasser gefüllten Weinglases herumfähret, so erscheinet in dem Augenblicke, da der feine schneidende Ton sich hören läßt, auch die Oberfläche des Wassers ringsum vom Rande bis etwa zur Hälfte nach dem Mittelpunkte, wie mit einem äußerst feinen Netze oder einem Milchflor bedeckt. Diese wellenförmige Bewegung geht bis auf einige Tiefe unter der Wasserfläche, und ist an derjenigen Stelle am stärksten, über welcher sich jedes Mahl die streichende Fingerspitze befindet. Dieser Versuch, welchen schon Galiläi in seinen Dialogen über die Mechanik anführet, beweiset offenbar, daß der gestrichene Rand seine Gestalt verändert, die beyden Hälften dieses Ringes machen nämlich Schwingungen um feste Punkte oder Schwingungsknoten, deren Stelle von dem jedesmahligen Orte des streichenden Fingers abhängt. Die feinen sich durchkreuzenden Wasserwellen entstehen daher, weil diejenigen Stellen, wo das Wasser am stärksten gestoßen wird, und die Richtungen, nach welchen es gestoßen wird, sich alle Augenblicke durch Herumführung des Fingers ändern. Allein sie beweisen keinesweges, daß alle einzelne Theilchen des Glases zittern, und sich an einander verschieben. Ueberhaupt müssen doch zuletzt auch diejenigen, welche das Zittern der klein-

*) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte B. VII. St. 1. S. 46 u. f.

kleinsten Theilchen schallender Körper behaupten, Schwingungen des Ganzen oder größerer Theile annehmen, wenn sie die Theorie des Klanges und der Töne gründlich erklären wollen.

Gewöhnlich unterscheidet man die Wörter **Schall**, **Knall** und **Klang** von einander. Erfolgen nämlich die Schwingungen schallender Körper sehr unregelmäßig und in zu geringer Anzahl, so heißt die daraus entstehende Empfindung für unser Gehör ein **Schall**, **Geräusch**, **Getös**. Sind aber die Schwingungen gleichförmig, d. h. folgen sie so auf einander, daß sie gleichzeitig sind, so entsteht ein **Klang**. Wenn endlich der Schall sehr heftig ist, und nur einen Augenblick dauert, so nennt man ihn einen **Knall**. Von dem Klange handelt ein eigener Artikel.

Die Stärke des Schalls hängt vorzüglich von der Beschaffenheit des schallenden Körpers ab. Je elastischer dieser ist, und je mehr seine Theile gespannt sind, desto stärker ist der Schall. Eine schlaff gespannte Saite gibt durch ihre Bewegungen keinen Klang; denn hierzu würde eine größere Spannung derselben erfordert. Sobald aber die Theile eines stark gespannten elastischen Körpers in Bewegung versetzet werden, so kommen auch alle übrige Theile des ganzen Körpers, jedoch nicht auf gleiche Art in eine schwingende Bewegung. Es kommt hierbey besonders auf die Gestalt des Körpers, auf die Gleichförmigkeit seiner Dichte und des Zusammenhanges der Theile, auf die Stelle, wo er durch eine äußere Kraft afficiret wird, auf die Stellen, wo er andere weniger elastische Körper berühret, und vielleicht noch auf andere noch nicht ganz bekannte Umstände an. Alle diese Umstände aber sind es, wodurch die Schwingungsknoten, die Längen der verschiedenen schwingenden Theile, die Größen der Bogen, welche die schwingenden Theile beschreiben u. s. w. bestimmt werden. Die Dauer und Stärke des Schalles hängen alsdann von der Dauer der Schwingungen, von der Menge der schwingenden Theile und der Größe der Schwingungsbogen ab.

Wenn der Schall, welcher durch die Schwingungen der Theile der schallenden Körper entstehet, unser Gehör rühren soll, so müssen nothwendig diese Schwingungen von dem Orte der Entstehung bis zu unserm Ohr fortgepflanzet werden. Ganz irrig würde aber die Vorstellung seyn, wenn man, wie die Alten, glauben wollte, daß von dem schallenden Körper eine Materie gleichsam als eine schallmachende Materie ausflösse, bis zu unserm Gehör fortgepflanzet würde, und so demselben die Empfindung des Schalles eindruckte. Vielmehr müssen andere Mittel vorhanden seyn, welche durch die Schwingungen schallender Körper ähnliche Schwingungen erhalten, und selbige bis zu unserm Ohr fortpflanzen. Diejenigen Körper also, welche in schwingende Bewegungen versetzet werden können, müssen als Mittel dienen, den Schall fortzupflanzen; dieß sind aber alle Körper, also können auch alle Körper den Schall fortpflanzen. Es fließt hieraus, wie bey den ursprünglich schallenden Körpern, von selbst, daß das Gehör einen desto stärkern Schall empfinden müsse, je größer die Elasticität derjenigen Körper ist, welche denselben fortpflanzen. Zu den den Schall-fortpflanzenden Mitteln gehören also sowohl die festen als auch flüssigen Körper. Jedoch ist das beste den Schall fortleitende Mittel unstreitig die Luft; denn eben diese besitzet die Elasticität in einem hohen Grade. Folglich muß auch der Schall in der Luft desto stärker und heller seyn, je reiner, je wärmer und je dichter sie ist; im Gegentheil wird er desto dumpfer seyn, je trüber und je unreiner die Luft ist.

Sollen wir also durchs Gehör einen Schall empfinden, so ist die Bedingung als wesentlich vorauszusetzen, daß sowohl der schallende Körper als auch der den Schall fortpflanzende Körper in eine zitternde Bewegung gebracht werde. Was demnach von der Bewegung der Körper überhaupt gilt, das muß auch hier in Betrachtung gezogen werden. Man muß folglich bey dem Schalle ebenfalls die Richtung, Geschwindigkeit, die Zeit der Fortpflanzung des Schalles und die Masse der Körper in Erwägung ziehen. Die Gesetze des

Schalles gründen sich bloß auf die Gesetze der wellenförmigen Bewegungen elastischer Körper und Mittel; daher sollte auch die Lehre vom Schall nicht, wie gewöhnlich, bey der Lehre von der Luft, sondern als ein eigener Abschnitt bey der Theorie der Bewegungen der Körper überhaupt vorgetragen werden, wie Herr Chladni *) mit Recht erinnert hat.

Der Schall pflanzt sich in der Luft, so wie das Licht in geraden Linien fort, und zwar nach allen Seiten hin, nach unten, nach oben und nach allen möglichen Richtungen. Hiervon überzeugt uns die Erfahrung hinlänglich, indem wir jederzeit die Objekte durchs Gehör eben so unterscheiden, wie die Lage der sichtbaren Objekte durchs Gesicht. Die Fortpflanzung des Schalles vom schallenden Körper wird auf folgende Art erklärt: es sey (fig. 46.) a eine schwingende Saite, welche die elastische Luft bey a gegen b treibt, hierdurch werden a und b gegen c, diese drey gegen d, diese vier gegen e getrieben. Es widerstehen aber a, b, c, d wegen ihrer Elasticität, mithin wird die Luft immer dichter, bis endlich bey e ihre Dichtigkeit so groß ist, daß ihr Widerstand die Bewegung gerade aufhebt. Aber hierdurch hat ihre Elasticität in e zugenommen, mithin dehnt sie sich nach beyden Seiten aus, treibt d, c, b, a in ihre vorige Stellen zurück, und stößt eben so viele Theile mit gleicher Geschwindigkeit durch f, g, h fort, so daß die Dichtigkeit der Luft bey h wiederum am stärksten ist; die Bewegung hört alsdann hier wieder auf; die Elasticität der Luft bey h aber treibt g und f in ihre vorige Stellen zurück, und stößt zugleich die Luft in i gegen k u. s. f. Eine jede Schwingung der Saite bey a veranlaßt also ringsherum Abwechselungen von Stellen, in welchen die Luft dichter oder dünner ist, so daß dieses abwechselnde Zusammendrücken und Ausdehnen der in gerader Linie auf einander folgenden Lufttheile bis zum Gehörorgane gehe. Eine solche Bewegung heißt wellenförmig, und die Stellen e, h, k, m, wo die Luft am dichtesten ist, heißen Schall-

*) Hindenburg Archiv der reinen und angewandten Mathematik Heft I. 1794. S. 127.

Schallwellen (undae sonorae, pulsus sonori, condensationes reciprocae). Diese Schallwellen haben eine gewisse Aehnlichkeit mit den Wellen auf der Oberfläche des Wassers, nur daß letztere aus Erhöhungen des Wassers, die Schallwellen aber in Verdichtung der Luft bestehen. Ueberdem verbreiten sich die Wasserwellen auch nur auf der Oberfläche, die Schallwellen hingegen im körperlichen Raume nach allen möglichen Richtungen, so daß die wellenförmige Bewegung den schallenden Körper eben so umgibt, wie die Oberflächen concentrischer Kugeln den gemeinschaftlichen Mittelpunkt dieser Kugeln umgeben.

Weil die Lufttheile am Ende jeder Schwingung wieder in ihre vorige Stellen zurückkehren, so ist diese wellenförmige Bewegung nicht fortschreitend. Sie verursachen also keinen Wind. Daraus ist es begreiflich, warum die Flamme eines Lichtes sich nicht bewege, wenn man gleich selbige nahe an einen stark klingenden Körper hält. Die Weite, auf welche sich der Schall von einem schallenden Körper erstreckt, hängt theils von der Stärke des Schalles, theils von der Elasticität und Dichtigkeit der Luft, theils von der Lage des Ortes, wo der Schall entstanden ist, ab. Unter die Fortpflanzung des Schalles in verschiedenen Luftarten hat Perolle α) verschiedene Versuche angestellt, und gefunden, daß sich der Schall in der reinen, gemeinen und salpetergesäuerten Luft am weitesten fortpflanze, und in selbigen den hellsten und stärksten Ton verursache; im kohlengesäuerten Gas war die Weite des fortpflanzenden Schalles weit geringer und im Wasserstoffgas noch geringer, so wie auch der Ton in jenem Gas nicht so helle und stark, und in dem letztern ganz dumpfig war. Hieraus erhellet also, daß sich die Stärke des Schalles nicht immer nach der Dichtigkeit der Luft richte.

Was die Theorie der wellenförmigen Bewegungen in elastischen flüssigen Mitteln betrifft, so hat diese Newton β) zuerst

α) Mémoir. de l'Academ. roy. de Turin pour les ann. 1786 et 87. im Anhange.

β) Princip. L. II. sect. 8. de motu per fluida propagato edit. an. 1687.

zuerst auf bestimmte Grundsätze gebracht. Erstlich beweiset er, daß sich diese Bewegung in solchen Mitteln nach allen möglichen Richtungen geradlinigt verbreite, und die Pulsus in geraden Linien fortgehen, welche den schallenden Punkt, oder die Oeffnung, aus welcher der Schall hervorgeht, wie die Halbmesser der Kugel ihren Mittelpunkt umgeben; dagegen in unelastischen Mitteln die Bewegung augenblicklich nach den Stellen zu umgelenkt werde, welche sonst hinter dem bewegten Körper leer bleiben würden. Alsdann handelt er von den Oscillationen des Wassers in Röhren, und von der Geschwindigkeit der Wellen, und zeigt, daß sich die Geschwindigkeiten der in einem elastischen Mittel fortgepflanzten Pulsus gerade, wie die Quadratwurzeln der Elasticitäten, und verkehrt, wie die Quadratwurzeln der Dichtigkeiten verhalten, wenn die Elasticität in jedem Mittel der Dichtigkeit proportional bleibt; daher in gleich dichten und gleich elastischen Mitteln die Pulsus mit gleicher Geschwindigkeit fortgehen. Ferner erweiset er, daß die hin und her gehenden Theile der flüssigen Materie hierbey nach den Gesetzen der Schwungbewegung des Pendels beschleunigt und verzögert werden, und daß daher die Anzahl der Pulsus beym Schalle mit der Anzahl der Schwingungen des schallenden Körpers einerley sey. Darauf gründet er seine Methode, aus der Dichte und Elasticität des Mittels die Geschwindigkeit zu finden, mit welcher sich die Pulsus fortpflanzen.

Hierzu wird folgender Lehrsatz gebraucht. Es sey die Höhe einer Säule von gleichförmiger Dichtigkeit, welche eben so dicht ist und eben so stark drückt, als das elastische Mittel an der gegebenen Stelle dicht ist, und gedruckt wird, $= \gamma$ (gerade so, wie unter dem Artikel, Höhemessung, barometrische, Th. II. S. 917. die Höhe einer Säule von flüssiger Materie, die überall die Dichtigkeit der Luft im Horizonte hat, und gerade so stark druckt, als die Atmosphäre, $\frac{a}{\mu} = \gamma$ genannt ward). In der Zeit, in welcher ein Pendel von der Länge γ einen ganzen

Schwung

Schwung vollendet, gehen die Pulsus im bestimmten Mittel durch einen Raum, welcher dem Umfange des Kreises vom Halbmesser γ gleich ist. Ist nun noch die Anzahl der Pulsus in einer gegebenen Zeit bestimmt, so lassen sich die Abstände der Pulsus von einander finden, wenn man den Raum, durch welchen die Bewegung in dieser Zeit fortgeht, durch diese Anzahl dividirt.

Von dieser Theorie macht Newton eine Anwendung auf die Bestimmung der Geschwindigkeit, womit sich der Schall in der atmosphärischen Luft fortpflanzt. Auf folgende Art läßt sich diese Bestimmung leicht übersehen. Ein Pendel von der Länge γ verrichtet einen ganzen Schwung in der Zeit

$$\pi\sqrt{\frac{2\gamma}{g}}$$ (s. Pendel. Th. III. S. 802.)

In eben dieser Zeit gehen die Pulsus des Schalles durch den Raum $2\pi\gamma$, mithin in einer Sekunde durch den Raum

$$2\pi\gamma : \pi\sqrt{\frac{2\gamma}{g}} = \sqrt{2\gamma g};$$

diese Geschwindigkeit ist aber gerade diejenige, welche der Fallhöhe $\frac{1}{2}\gamma$ zugehöret. Folglich ist nach Newton's Theorie die Geschwindigkeit des Schalles so groß, als diejenige, welche schwere Körper beym freyen Falle durch die halbe Subtangente der logarithmischen Linie, welche bey den barometrischen Höhenmessungen gebraucht wird, erlangen würden. In dieser Formel kann man für γ die Werthe setzen, welche man unter dem Artikel, Höhenmessung (Th. II. S. 948 u. 949.) nach verschiedenen Schriftstellern angegeben findet; g bedeutet aber die Fallhöhe der Körper in einer Sekunde, oder 15,°957 Paris. Fuß. M. s. Fall der Körper. Nimmt man nach de Lüc $\gamma = 4342$ Toisen oder 26052 Fuß, so ergibt sich der Weg des Schalles in einer Sekunde

$$= \sqrt{(2.\ 26042.\ 15,°957)} = 888 \text{ Paris. Fuß}$$

Newton nimmt seine Data nach englischem Maße an, und setzt in den neuern Ausgaben der Principien das Verhältniß

hältniß der specifischen Gewichte der Luft und des Quecksilbers $1 : 13\frac{2}{3}.\ 870 = 1 : 11890$, und findet daher für eine Barometerhöhe von 30 englischen Zollen $\gamma = \frac{30.\ 11890}{12} = 29725$ Fuß. Um g zu bestimmen, nimmt er die Länge des Sekundenpendels $39\frac{1}{5}$ Zoll an, woraus sich $g = 16{,}12$ engl. Fuß ergibt. M. s. Pendel (Th. II. S. 821.); es ist also des Schalls Weg in einer Sekunde

$$\sqrt{(2.\ 29725.\ 16{,}12} = 979 \text{ engl. Fuß},$$

welche ungefähr 918 Paris. Fuß betragen, wenn man das Verhältniß des Pariser Fußes zum engl. $= 144 : 135$ setzt.

Newton füget aber noch die Bemerkung hinzu, daß man noch auf die Dicke der einzelnen Lufttheilchen sehen müsse, wodurch die Fortpflanzung des Schalles ohne Zwischenzeit (in instanti) geschehe. Nähme man nun an, die Dicke eines Lufttheilchens verhielte sich zum Zwischenraume zwischen ihm und dem nächsten Theilchen wie $1 : 9$, so würde sich dadurch der Weg noch um $\frac{1}{9}$ vergrößern, und 1088 engl. Fuß in einer Sekunde betragen. Endlich setzt er noch hinzu: wenn die Dünste nicht zur Fortpflanzung des Schalles beytrügen und doch die Dichtigkeit der reinen Luft verminderten, so müßte dieserwegen der Schall geschwinder fortgehen. Wäre z. B. unter 11 Theilen 1 Theil Dünste, so werde die Geschwindigkeit im Verhältnisse $\sqrt{10} : \sqrt{11} = 20 : 21$ größer, und so könne man zu 1088 Fuß noch den 20sten Theil oder 54 Fuß hinzusetzen, und den Weg des Schalls in einer Sekunde 1142 engl. Fuß annehmen, welches etwa 1070 Pariser Fuß ausmacht.

Diese letzten Berichtigungen scheinen aber von Newton nur dieserwegen angenommen zu seyn, um die Theorie mit den Versuchen zu vereinigen. Denn diese geben die Geschwindigkeit des Schalles um einen ziemlichen Theil größer, als es nach Newton's Theorie seyn sollte.

Zu Anfange des siebenzehnten Jahrhunderts stellte bereits Gassendi Versuche über die Geschwindigkeit der Fort-

pflanzung

pflanzung des Schalles an; diesem folgte der P. Mersenna α), Roberval und die Akademisten zu Florenz β). In Frankreich machten Versuche gemeinschaftlich Cassini, Huygens, Picard und Römer γ), so wie in England Roberts δ), Boyle ε), Walker ζ), Haller, Derham η) und Flamstead. Mehr ins Große trieben dergleichen Versuche Cassini de Thury, Maraldi und de la Caille θ), und de la Condamine ι) stellte solche auch in Cayenne und bey Quinto an. Die Resultate dieser Versuche haben theils Wolf κ), theils Winkler λ) angegeben. Bey neuern Versuchen über die Geschwindigkeit des Schalles in der atmosphärischen Luft hat man sich mit vielem Vortheile der Tertienuhren bedienet. An solchen Uhren läuft z. B. ein Zeiger in einer Sekunde um, und bemerket auf der in 60 Theile getheilten Scheibe des Zifferblattes Tertien. Zugleich ist ein Drücker angebracht, womit man in jedem Augenblicke das stillstehende Uhrwerk loslassen, oder das gehende hemmen kann, um die Zahl der Tertien in einer gewissen Zwischenzeit mit Ruhe bemerken zu können. Mittelst einer solchen Uhr vom Herrn Klindworth in Göttingen bemerkten schon im Jahre 1778 die Herren Kästner und Mayer auf der dasigen Sternwarte die Geschwindigkeit des Schalles aus einer Entfernung, deren Größe aus einer gemessenen Standlinie bestimmt war. Dazumahl ging gerade ein starker Wind aus Norden, welcher dem Schalle entgegen wehete. Zu eben dieser Absicht gebrauchte der Herr Major Müller zu Göttingen 1791 eine vom Herrn Ahrens in Hannover verfer-

α) Phaenom. ballistica prop. 39.
β) Tentam. exper. captorum in Academ. del Cimento edit. *Musschenbroek.* Lugd. Batav. 1731. 4. p. 113.
γ) *Du Hamel* histor. Academ. reg. scient. L. II. sect. 3. cap. 2.
δ) Philos. transact. no 200.
ε) Essay of languid. motion p. 24.
ζ) Philos. transact. no. 247. p. 433.
η) Philos transact. no. 313. p. 2.
θ) Mémoi. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1738 et 1739.
ι) Voyage de la rivière des Amazon. p. 206.
κ) Nützliche Versuche. Th. III. Cap. II. §. 11.
λ) Tentamina circa soni celeritatem per aërem atmosphaericum. Lips. 1763. 4.

verfertigte Tertienuhr. Dieser hatte auf dem Felde bey Göttingen unterschiedene Linien theils mit 16 füßigen Stäben, theils mit der Kette, sorgfältig gemessen. Aus beyderley Messungen, welche nicht sehr von einander abwichen, kam für eine das Mittel = 9116 Calenberg. Fuß = 8223,3 Paris. Fuß. Am 9ten Septemb. Abends bey ganz heiterm Himmel und kaum merklichen östlichem Winde, welcher die Linie ungefähr senkrecht durchschnitt, ließ er an einem Ende dieser Linie starke Canonenschläge legen, und beobachtete am andern Ende Blitz und Knall. Die Zwischenzeit ward an der Uhr 7 Sekunden 54 Tertien gefunden; die übrigen Beobachtungen kamen dierser sehr nahe, keine wich über 6 Tertien ab; ein Mittel aus allen gab 7 Sekunden 54,25 Tertien *). Die Resultate aller dieser Versuche zeiget folgende Tafel:

Beobachter.	Ort.	Weg des Schalls in 1 Sekunde.
Gassendi	Frankreich	1473 Paris. Fuß
Roberts	England	1219 — — (1300 engl. Fuß)
Boyle	——	1125 — — (1200 — —
Walker	——	1254 — — (1338 — —
die Florentiner	Italien	1185 — —
Mersenna	Frankreich	1380 — —
Cassini, Huygens 2c.	——	1172 — —
Flamstead, Derham 2c.	England	1070 — — (1142 engl. Fuß)
Cassini, Maraldi 2c.	Frankreich	1038 — —
		1041 — —
de la Condamine	Cayenne	1011 — —
—— ——	Quito	1050 — —
Kästner, Mayer	Göttingen	1034 — —
		1037 — —
Müller	——	1040,3 — —

Die Abweichung dieser Resultate von einander rührt allem Vermuthen nach von der veränderlichen Beschaffenheit der Atmosphäre her. Die Versuche der beyden Cassini, welche doch in einerley Lande angestellet sind, geben in einer Sekunde einen Unterschied von 134 Fuß. Bey einem trockenen und elastischen Zustande der Luft muß die Geschwindigkeit allezeit größer seyn. Nach den verschiedentlich angestellten

*) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. VIII. St. 1. S. 170.

ten Versuchen von Derham in England bleibt die Geschwindigkeit zu allen Zeiten im Sommer und Winter gleich groß; allein Bianconi *) bemerket, der Schall sey im Winter langsamer, und lege einen Weg von 13 italiänischen Meilen um 4 Sekunden später zurück, als im Sommer. Die Versuche von Cassini, Maraldi und de la Caille, mit welchen auch die von Kästner und Müller angestellten übereinstimmen, sind mit großer Genauigkeit und auf einer Linie von 14636 Toisen angestellt, welche sich von der Pyramide auf Montmarton bis zum Thurme von Mont-Chery erstreckte. Man kann daher ihr Resultat als eines der richtigsten unter allen ansehen. Nimmt man die Geschwindigkeit des Schalles in der atmosphärischen Luft = 1,000 an, so ist dieselbe nach den Versuchen des Hrn. Perolle in der Lebensluft = 1,135, in der salpetergesäuerten Luft = 1,130, in der kohlengesäuerten Luft = 0,820, und in dem Wasserstoffgas = 0,234.

Durch diese Versuche hat man noch folgende merkwürdige Sätze in Ansehung der Fortpflanzung des Schalles bestätiget gefunden: die Fortpflanzung des Schalles ist gleichförmig, und die Geschwindigkeit desselben unveränderlich; die Geschwindigkeit ist einerley, es mag der Schall schwach oder stark seyn; hingegen alles, was die Elasticität der Luft ändert, verursachet auch eine Veränderung des Schalles in Ansehung der Geschwindigkeit; dahin gehöret Wärme und Kälte, Feuchtigkeit und Trockenheit, Verdichtung und Verdünnung der Luft; wenn der Wind nach einer Richtung bläset, welche auf der Richtung des Schalles senkrecht ist, so bleibt die Geschwindigkeit desselben unverändert; bläset aber der Wind in einer Richtung, welche mit der Richtung des Schalles parallel ist, so vermehret er die Geschwindigkeit desselben, wenn er mit dem Schall nach einerley Richtung gehet, vermindert sie aber, wenn er demselben entgegen bläset.

Diese

*) Comment. Bonon. Vol. II. p. 365. übers. im Hamburg. Magaz. B. XVI. S. 476 u. f.

Diese Bestimmungen kann man gebrauchen, um die Entfernungen der Oerter zu schätzen, in welchen Licht und Schall zugleich entstehet, wie beym Abfeuern der Canonen, beym Blitz und Donner u. s. w. Hierbey nimmt man nämlich das Licht wegen seiner außerordentlichen Geschwindigkeit im Augenblicke der Entstehung gewahr; den Schall aber hört man nach einer kleinen Zwischenzeit, welche der Schall zur Zurücklegung seines Weges nöthig hat. Diese Zwischenzeit gibt die Entfernung des Ortes, wenn man für jede Sekunde etwa 174 bis 180 Toisen rechnet. Die Tiefe eines Brunnens aus der Zwischenzeit zu finden, binnen welcher man den Schall eines hineinfallenden Steines höret, lehren Newton [α]) und Kästner [β]).

Alle diese Resultate der angestellten Versuche, wenn sie auch beträchtlich von einander abweichen, geben doch mehr, als Newton's theoretische Bestimmungen; nämlich für jede Sekunde fast 175 Toisen, da Newton kaum 150 findet. Dieser beträchtliche Unterschied, welcher mehr als ein Sechstel des Ganzen ausmacht, hat die Theoretiker sehr beschäfftiget. Newton selbst nimmt hiezu, wie bereits angeführet worden, die Dicke der Lufttheilchen und die Dünste zu Hülfe, deren Wirkung er so groß annimmt, daß die wahren Resultate daraus entstehen. Euler [γ]) will aber damit nicht zufrieden seyn, und glaubt, wenn der zehnte Theil der Luft aus harten Kügelchen bestehe, so würde sich die Luft nicht über zehn Mahl verdichten lassen, welches wider alle Erfahrung sey. Allein nach Newton's Vorstellung verhält sich dieß gar nicht so. Denn hiernach beträgt wohl der Durchmesser des Lufttheilchens, der eine Linie ist, den zehnten Theil des Abstandes vom nächsten Theilchen, aber die Summe der Lufttheilchen selbst, welche Körper sind, beträgt nicht den zehnten, sondern nur den tausendsten Theil des ganzen körperlichen Volumens; mithin folget nur, daß sich die Luft nicht

α) Arithmetica vniuersalis, prob. 50.
β) Mathematische Abhandl. vermischten Inhalts. Erfurt 1794. Nr. 4.
γ) Coniectura physica circa propagationem soni ac luminis. Berol. 1750. 4. §. VII.

nicht über tausend Mahl verdichten lasse, welches mit der Erfahrung eben nicht stritte. Indessen billiget Euler selbst Newton's Theorie, und sucht nur die Erfahrungen auf einem andern Wege zu erklären. Er nimmt nämlich an, daß ein einziger Pulsus in einer Sekunde genau um 979 engl. Fuß fortgehen werde, und für diesen Fall sey die Theorie berechnet. Wenn hingegen mehrere Pulsus auf einander folgten, so werde die Geschwindigkeit der ersten Pulsus durch den Stoß der nachfolgenden vergrößert, und dieß sey der Fall bey den Versuchen, wo also die Geschwindigkeit von der Anzahl der Pulsus abhange. Eben dieser Theorie bedienet sich auch Euler bey der Fortpflanzung des Lichtes. Nur scheinet hiernach zu folgen, daß höhere Töne mit größerer Geschwindigkeit, als tiefere, sich fortpflanzen müßten, welches doch der Erfahrung ganz widerspricht.

Wichtigere Gründe gegen Newton's Theorie, als Euler, hat Herr Gabriel Cramer zu Genf angeführet. Es zeigt dieser nämlich, daß die 47. propos. ad Lib. II. der Newtonischen princip. nach der Ausgabe der P. P. Jacquier und le Sieur (in der alten Ausgabe ist es die 48. propos.) auf keinem bündigen Beweisgrunde beruhe, weil sie auf gleiche Art zum Beweise ganz anderer und offenbar irriger Sätze dienen könne. So erweiset er z. B. eben so, wie Newton, daß die hin und her gehenden Theilchen nicht nach den Gesetzen des Pendels, sondern wie die frey fallenden und aufsteigenden schweren Körper, beschleuniget und verzögert werden müssen, welches doch offenbar irrig ist. Es haben zwar die Commentatoren Newton's Satz durch eine weitläuftige Berechnung zu rechtfertigen, und die Demonstrationen mehr auf die Natur elastischer Mittel zu gründen gesuchet; allein es bleiben doch hiebey immer noch zu viele willkührliche Voraussetzungen, als daß man diese Theorie für ganz richtig halten könnte, besonders da ihre Abweichung von den Versuchen so beträchtlich ist.

Herr Wünsch *) machte den Versuch, eine neue Theorie des Schalles aufzustellen. Er setzt voraus, daß die Luft eine eigene Geschwindigkeit besitze, mit welcher sie ausweiche, wenn man ihr Platz verstatte, und zeiget nach einer ganz eigenen Vorstellungsart von der Fortpflanzung des Schalles, daß eben dieses auch die Geschwindigkeit des Schalles seyn müsse. Bey einer jeden Luftsäule stellt er sich einen Schwerpunkt vor, und versteht darunter denjenigen Ort der Säule, welcher eben so viel Luft über sich als unter sich hat (wo z. B. das Barometer auf 14 Zoll steht, wenn es sich an der Erdfläche 28 Zoll hoch hält). Nach seiner Meinung dringt nun jede Luftsäule in leere Räume mit derjenigen Geschwindigkeit, welche der Höhe ihres Schwerpunktes zugehöret. Die Höhe des Schwerpunktes der Luftsäulen über der Erdfläche bestimmt Herr Wünsch nach einer Methode, welche bereits unter dem Artikel, Höhenmessung (Th. II. S. 946.) durch die Differenzen der Wurzeln vierter Potenz aus den Barometerhöhen angeführt ist, und findet sie, wenn man das Verhältniß der Gewichte der Luft und des Quecksilbers = 1 : 11900 setzet (für die Barometerhöhe 28 Pariser Zoll), = 17750 Pariser Fuß. In dieser Höhe steht alsdann nach Herrn Wünsch das Barometer auf 14 Zoll, und ihr gehört wirklich die Geschwindigkeit von 1037 Paris. Fuß in einer Sekunde zu. Diese so genaue Uebereinstimmung mit den richtigsten Versuchen über die Fortpflanzung des Schalles hält Herr Wünsch für zuverlässige Richtigkeit seiner Theorie. Allein so sehr auch dieses Resultat mit dem der Versuche zusammentrifft, so sind doch die Gründe, worauf diese Theorie so wohl als auch die der Höhenmessung beruhet, bloß willkührliche und sehr unwahrscheinliche Voraussetzungen, so daß dieß Zusammentreffen mit der Erfahrung schwerlich mehr, als bloßer Zufall, angesehen werden kann. Es ist dem Wesen der flüssigen Materie gar nicht angemessen, sich bey Bewegungen derselben Schwerpunkte vorzustellen, weil sich hier jeder Theil für sich bewegt; und eben darin liegt die Schwierigkeit, daß die Theorie der Fortpflanzung des Schalles so schwer und dunkel ist.

Es

*) Inita novae doctrinae de natura soni. Lipſ. 1776. 4.

Es ist oft der Fall, daß in ein und der nämlichen Luftmasse sehr viele verschiedene Töne zu gleicher Zeit fortgepflanzet werden, ohne sich zu stören. Der Herr von Mairan α), welchem es unbegreiflich war, daß die Luft, in einem oft so engen und eingeschränkten Orte Pulsus von so verschiedenen Successionsreihen zugleich annehmen und jede Reihe für sich fortpflanzen könne, nahm daher für jeden Ton eine eigene Art von Lufttheilchen an, welche eine ihm gemäße Elasticität oder Spannung besäßen, so daß jeder Ton allein die ihm zugehörigen Theilchen in schwingende Bewegung versetze. Wenn man nach dessen Meinung einen Schall erregen könnte, welcher gar keine ihm gemäße elastischen Lufttheilchen hätte, so würde derselbe auch für unser Gehör nicht empfindbar seyn. Diese Meinung wird aber von Eulern β) besonders dadurch widerleget; daß ein Mittel aus Theilchen von so verschiedenen Elasticitäten gar nicht vorhanden seyn könne, weil die schwächern elastischen Theile von den stärkern so lange zusammengedruckt werden müßten, bis sie alle einerley Elasticität besäßen. Weil überdem zunächst um einen Theil nur eine gewisse Anzahl anderer Theile vorhanden seyn kann, so würden auch nur an wenigen Stellen gleich elastische Theilchen sich am nächsten seyn; welche sich aber nicht die nächsten sind, und durch andere elastische Theile getrennt wären, könnten sich ihre Bewegung nicht mittheilen, ohne die dazwischen liegenden zugleich mit in Bewegung zu setzen.

Weil sich der Schall von einem schallenden Körper nach allen Seiten, wie die Halbmesser einer Kugel, ausbreitet, so folgt, daß die Stärke desselben abnimmt, umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen von den schallenden Körpern zunehmen. Es ist also der Schall in einer doppelten Entfernung vier Mahl, in einer dreyfachen Entfernung neun Mahl schwächer u. s. f. Uebrigens wird nach der gewöhnlichen Theorie angenommen, daß sich die Stärke des Schalles gerade wie

 die

α) Mémoir. de l'Academ. roy. des scienc. de Paris 1737. ingl. Journ. des savans. Julii 1741. p. 174.
β) Noua theoria lucis et color. §. 60 seqq.

die Dichtigkeit der Luft, wie die Größe der schallenden Oberfläche, und wie die Elasticität des schallenden Körpers verhalte. Die Erfahrungen des Herrn Perolle erweisen aber, daß sich die Stärke des Schalles nicht alle Mahl nach der Dichtigkeit der Luft richte. Ueberhaupt wäre es zu wünschen, daß dieserwegen mehrere Versuche angestellet würden.

Es kann sich der Schall, wenn er sehr stark ist, weit fortpflanzen. Die Canonen, welche zu Florenz abgefeuert wurden, hörte man 50 italiänische Meilen weit zu Livorno, und noch 5 Meilen weiter. Hiebey hat jedoch die Lage der Oerter, wo der Schall entstehet, und die Beschaffenheit der Atmosphäre großen Einfluß. So konnte Godin den Knall einer auf dem Pambamarca abgebrannten neunpfündigen Canone in Quito schon nicht mehr hören, obgleich beyde Oerter nur 19000 Toisen weit von einander liegen, weil viele Thäler dazwischen sich befinden. Ueberdem verstärket verdichtete und erwärmte Luft den Schall, wie dieß besonders durch einen Wecker erwiesen wird, welcher in eine Glocke oder Papinischen Digestor eingeschlossen ist, und zu der Zeit, worauf er gestellet worden, losschläget. Hawksbee [α]), s'Gravesand [β]) und Zanotti [γ]) haben diesen Versuch gemacht.

Weil man sich die wellenförmigen Fortpflanzungen des Schalles von dem schallenden Körper als gerade Linien vorstellen kann, welche eben so, wie das Licht, nach allen Seiten hin sich verbreiten, so läßt sich auch die Betrachtung der Wege des Schalles auf die Geometrie zurückbringen. Die Lehre vom Schalle überhaupt wird die Akustik oder Phonik genannt. Man hat sogar diese Lehre, nach dem Beyspiele der optischen Wissenschaften, in drey besondere Theile abtheilen wollen, wovon der erste auf den geradlinigten, der zweyte auf den gebrochenen, und der dritte auf den zurückgeworfenen Schall sich einschränken soll. Allein die Lehre des gebro-

α) Physico-mechanical experiments.
β) Element. physic. mathemat. § 2354.
γ) Comment. Bonon. Vol. I. p. 173.

gebrochenen Schalles ist noch gänzlich unbekannt. Was aber den zurückgeworfenen Schall betrifft, so gründen sich darauf die Erscheinungen des Echo, des Hörrohrs, des Sprachrohrs, der Sprachsäle u. s. f. von welchen eigene Artikel handeln.

Es ist bereits schon oben bemerket worden, daß die Luft nicht allein das Mittel ist, den Schall fortzupflanzen, sondern daß überhaupt alle Körper diese Fähigkeit besitzen. So hört man den Wecker selbst im luftleeren Raume unter der Glocke einer Luftpumpe, wenn er auf den metallenen Teller gesetzet worden. Ja selbst taube Menschen, deren Gehörorgane nicht gänzlich unempfindlich sind, können den Schall hören, wenn sie einen Draht oder ein hartes Stück Holz zwischen die Zähne nehmen, und selbiges an den Rand eines Kessels halten, in welchen stark hineingerufen wird. Eben so pflanzt sich der Schall im Wasser fort. Die Taucher hören schwach, aber doch deutlich, unter dem Wasser, was oben in der Luft gerufen wird [α]). Selbst Nollet [β]) tauchte sich unter, und hörte drey Fuß unter Wasser allerley Laute, welche am Ufer gegeben wurden. Man hört auch einen Schall, wenn ein Wecker einige Ellen tief unter Wasser gebracht wird, so wie das Klappen elfenbeinerner Kugeln, welche an Faden tief unter Wasser versenket und zusammengeschlagen werden. Was aber die Gesetze betrifft, nach welchen sich der Schall in andern Körpern fortpflanzet, so sind diese noch lange nicht genug untersuchet worden. D. Hook [γ]) glaubte den Schall durch einen langen Draht in instanti, oder wenigstens mit der Geschwindigkeit des Lichtes fortpflanzen zu können. Eben dieß glaubte auch Herr Wünsch [δ]) durch folgenden Versuch beobachtet zu haben: er fügte 36 Dachlatten, jede zu 24 Fuß Länge, mit Zapfen an einander, und hing diese Verbindung horizontal so auf, daß ihre beyden

α) Journal de savans 1778. p. 178.
β) Leçons de physique experim. Tom. III. p. 417.
γ) Micrographia in praefat.
δ) Sammlung der deutschen Abhandl., welche in der königl. Akad. der Wissens. vorgelesen werden in den Jahren 1788. 1789. Berlin 1793. 4.

den Theile Schenkel eines rechtwinklichten Dreyecks bildeten, dessen Hypothenuse 620 Fuß lang war. Das Ohr am Ende der Latten hörte den Schlag des Hammers auf das andere Ende durch die Latten in eben dem Augenblicke, durch die Diagonallinie in der Luft ½ Sekunde später. Es geht daher der Schall durch an einander liegende elastische Körper um ein beträchtliches schneller, als durch die Luft. Ob aber daraus geschlossen werden könne, daß der Schall durch solche Körper eben so schnell, wie das Licht, sich fortpflanze, das läßt sich bey einer so geringen Entfernung nicht ausmachen. Man nehme z. B. an, die Geschwindigkeit des Schalles durchs Holz sey nur 100 Mahl so groß, als die durch die Luft, so wird er durch die 864 Fuß Latten in 0,42 Tertien gehen, einer Zeit, die kein Mensch bemerken kann. Daher wird man ihn in eben demselben Augenblicke zu hören glauben, wiewohl seine Geschwindigkeit noch 9760 Mahl geringer, als die des Lichtes ist.

Wie es endlich zugehe, daß wir den Schall durch unser Gehör empfinden, das gehöret mehr in die Seelenlehre als hieher. Die äußern Werkzeuge, oder die Gehörorgane dienen bloß dazu, um den Schall bis zum Gehirn fortzupflanzen, da wir sodann die Empfindung vom Schalle erhalten. Wie der Schall durch die Gehörorgane fortgepflanzet werde, ist bereits unter dem Artikel, Gehör (Th. II. S. 720 f.), so wie es bis jetzt wahrscheinlich bekannt ist, angeführet worden.

M. s. *Musschenbroek* introductio ad philosoph. natural. Tom. II. §. 2189 seq. *Newtoni* princip. philos. mathem. L. II. sect. VIII. Gren Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 447 f.

Schallende Körper s. Schall.

Schallstrahlen s. Schall.

Schaltjahr s. Jahr.

Schalttag s. Jahr.

Schatten (vmbra, ombre) heißt der Mangel des Lichtes durch einen im Wege stehenden dunkeln Körper. Wenn nämlich ein leuchtender Punkt sein Licht auf einen undurchsichtigen

sichtigen Körper wirft, so ist zwar selbiges jederzeit in einem pyramiden- oder kegelförmigen Raume enthalten, aber in denjenigen Raum, welcher zu dieser Pyramide gehöret, wenn sie auf der andern Seite des Körpers erweitert wird, kann kein Licht kommen; und man sagt alsdann, daß hier ein Schatten entstehe. Auch werden Flächen anderer Körper, welche hinter einem undurchsichtigen Körper liegen, nicht erleuchtet, weil der undurchsichtige Körper den geradlinigten Fortgang des Lichtes aufhält. Daher werfen undurchsichtige Körper auf Flächen, welche hinter ihnen liegen, Schatten in gerader Linie dem Lichte gegenüber. Auch nennt man wohl Kürze halber den unerleuchteten Raum von einem undurchsichtigen Körper den Schatten, welchen man sich als einen geometrischen Körper vorstellet, dessen Figur von der Gestalt des Körpers abhängt, der den Schatten wirft.

Es sey (fig. 47.) e f ein undurchsichtiger Körper, welcher von den leuchtenden Punkten a, b, c, d erleuchtet wird, so fallen auf diesen Körper die Strahlenpyramiden a o k, i b n, h c m, g d l. Daraus folgt, daß der dunkle Körper mehr als einen Schatten werfen müsse, nämlich so viele als strahlende Punkte vorhanden sind, welche die Spitzen der auf den Körper fallenden Lichtpyramiden abgeben. Weil nun auf einem leuchtenden Körper unzählig viele leuchtende Punkte gedacht werden können, wovon ein großer Theil Licht auf einen dunkeln Körper wirft, so muß auch der dunkle Körper so viele Schatten werfen, als strahlende Punkte von dem leuchtenden Körper auf ihn fallen. Den Raum e f l k, worein gar kein Licht fällt, heißt alsdann der volle Schatten oder Kernschatten, derjenige aber, welcher noch zum Theil erleuchtet wird, der Halbschatten. Wenn von dem Schatten eines Körpers schlechthin die Rede ist, so versteht man gewöhnlich darunter den Kernschatten.

Von der Größe des leuchtenden Körpers aber gegen den dunkeln hängt die Gestalt des Kernschattens ab. Wäre der leuchtende Körper eine Kugel, so ist alsdann der Kernschatten dunkler Kugeln entweder cylinderförmig oder kegelförmig. Der Schatten einer dunkeln Kugel ist cylinderförmig, wenn

die leuchtende Kugel mit der dunkeln von gleichem Halbmesser ist, kegelförmig, wenn beyde Kugeln ungleiche Durchmesser besitzen. Wäre alsdann die dunkle Kugel größer als die leuchtende, so wird der Kernschatten, wie ein umgekehrter abgekürzter gerader Kegel, immer breiter, je weiter er fortgehet; ist hingegen die leuchtende Kugel größer, so läuft der Kernschatten in eine Spitze zu. Letzteres ist der Fall bey den Schatten, welche die Planeten und Monden der Sonne gegenüber werfen, wie solches die fig. 48. zeiget.

Nennt man alsdann den Halbmesser a b der leuchtenden Kugel $= r$, und den d e der dunkeln Kugel $= \varrho$; die Entfernung ihrer Mittelpunkte von einander aber a d $= \alpha$, so hat man wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke c d e und c a b

$$ab : ac = de : dc \text{ oder}$$
$$r : ac = \varrho : dc, \text{ also auch}$$
$$r - \varrho : ac - dc = \varrho : dc \text{ oder}$$
$$r - \varrho : \alpha = \varrho : dc, \text{ und daher}$$

$dc = \frac{\alpha \cdot \varrho}{r - \varrho}$. Aus dieser Formel findet man also sehr leicht die Länge des Schattens, wenn die Halbmesser der Sonne und des Planeten nebst der Entfernung beyder Körper von einander bekannt sind.

Es sey der Sonnenhalbmesser $r = 110$, der Halbmesser der Erde $\varrho = 1$, und $\alpha = 23436$, so findet man

$$\text{l. } \alpha = 4{,}3698834$$
$$\text{l. } (r - \varrho) = 2{,}0374265$$
$$\text{l. } \frac{\alpha}{r - \varrho} = 2{,}3324569,$$

folglich die Länge des Kernschattens, welchen die Erde wirft, etwa 215. ϱ. Weil nun der Mond in der mittlern Entfernung etwa 60 Erdhalbmesser von d absteht, so kann dieser der Sonne gegenüber gesehen gar wohl in den Kernschatten der Erde kommen, und eine Mondsinsterniß zuwege bringen. M. s. Finsterniß.

Wenn auf einer wagrechten Ebene (fig. 49) a b ein Körper c d senkrecht steht, so nennt man alsdann den Schatten d e,

d e, welchen der Körper d c auf die wagrechte Ebene a b wirft, den **geraden Schatten** (vmbra recta, ombre droite); wenn aber die Ebene (fig. 50.) a b vertikal stehet, und ein Körper c d befindet sich auf dieser Ebene senkrecht, so heißt alsdann der Schatten d e, welchen der Körper wirft, der **verkehrte Schatten** (vmbra versa, ombre verse, ou renversée). Bey Bestimmung des geraden und verkehrten Schattens kommt es auf nichts weiter als auf die Länge an; dennoch kann man einen solchen Schatten, mithin den Körper selbst, welcher den Schatten wirft, als gerade Linien betrachten.

Wäre die Sonne ein einziger Punkt, so wäre alsdann (fig. 49.) d e die Länge des geraden Schattens, welchen die gerade Linie c d werfen würde. Weil aber die Sonne eine beträchtliche scheinbare Größe hat, so verliert sich alle Mahl dieser Schatten in einen Halbschatten. In der Vertikalebene c d e befindet sich beständig der Mittelpunkt der Sonne, wenn der Schatten von d c in d e fällt; wäre nun k g und h f in dieser Vertikalebene ein Paar von dem äußerster Rande der Sonne herkommende Lichtstrahlen, so würde der eigentliche Kernschatten d f und f g der Halbschatten seyn. Eben so würde sich (fig. 50.) der Kernschatten von d nach f und von f nach g der Halbschatten des verkehrten Schattens erstrecken.

Wenn i der Mittelpunkt der Sonne ist, so wird der Winkel des Lichtstrahles i c e (fig. 49.) mit der horizontalen Ebene die **Sonnenhöhe** (m. s. Höhe eines Gestirnes). In dem Dreyecke d f c hat man d f : d c = 1 : tang. c f d; aber c f d = f e c + f c e, mithin die Länge des Kernschattens d f =

$$\frac{dc}{\text{tang.}\,(fec + fce)}$$ und die Länge des Halbschattens d g =

$$\frac{dc}{\text{tang.}\,(fec - fce)},$$ und $$de = \frac{dc}{\text{tang.}\,dec}$$

Wäre der Mittelpunkt der Sonne allein leuchtend, so kann man die Länge des Schattens d e die mittlere Länge des **Schattens** nennen. In den meisten Fällen läßt sich

diese

diese mittlere Länge für die Schattenlänge des Körpers selbst annehmen, weil man gemeiniglich die Grenze des vollen Schattens nicht wahrnehmen kann.

In dem Dreyecke (fig. 50.) ist der Winkel dce die Sonnenhöhe, und die mittlere Länge des Schattens $de = dc. \text{tang.}\ dce$, und die Länge des Kernschattens $df = dc. \text{tang.}\ (dce - fce)$, mithin der Unterschied beyder Schattenlängen $de - df = ef = dc\ (\text{tang.}\ dce - \text{tang.}\ (dce - fce))$ Wenn der Werth von dce oder der Höhe der Sonne über dem Horizonte wächst, so wächst auch dieser Unterschied, und er wird unendlich groß, wenn der Winkel 90° wird. Man setze $dce = 45°$, folglich $fe = dc\ (\text{tang.}\ 45° - \text{tang.}\ (45° - 16'))$. Es ist aber $\text{tang.}\ 45° = \text{cot.}\ 45°$ und $\text{tang.}\ (45° - 16') = \text{cotang.}\ (45° + 16')$, weil die Winkel $(45° - 16')$ und $(45° + 16')$ einander zu 90° ergänzen; demnach folgt daraus, daß die Differenz der mittleren Schattenlänge von der vollen Schattenlänge bey dem verkehrten Schatten gerade so groß ist, als bey dem geraden, wenn die Sonne 45° über den Horizont erhaben ist.

Aus $de = \frac{dc}{\text{tang.}\ dec}$ (fig. 49.) findet man $de. \text{tang.}\ dec = dc$ und $\text{tang.}\ dec = \frac{dc}{de}$; und aus de (fig. 50.) $= dc. \text{tang.}\ dce$ ergibt sich $\text{tang.}\ dce = \frac{de}{dc}$. Wenn also die mittlere Länge des geraden oder verkehrten Schattens gemessen worden, und außerdem die Länge des Körpers, welcher den Schatten wirft, bekannt ist, so läßt sich die Sonnenhöhe finden. Auf diese Art maßen die Alten die mittäglichen Höhen der Sonne durch den Schatten senkrecht stehender Obelisken oder Gnomons. Beyspiele hiervon führt Plinius *) an. Am Tage der Nachtgleiche war der Schatten in Rom um $\frac{1}{9}$ kürzer als der Gnomon d. i. $\frac{de}{dc}$ war $\frac{9}{8}$ oder 1,1250000,

welches

*) Histor. natur. L. II. c. 72.

welches als Tangente zu 48° 22′ gehöret. Dieß wäre also die Mittagshöhe der Sonne am Tage der Nachtgleiche; oder die Aequatorhöhe von Rom; wird dieselbe noch wegen der Strahlenbrechung und des Halbschattens der Sonne um 16′ vermindert, so erhält man 48° 6′, folglich die Polhöhe 41° 54′. Auch neuere Beobachtungen geben die Polhöhe von Rom eben so groß an.

Auf die Betrachtung des geraden und verkehrten Schattens gründet sich die Einrichtung des geometrischen Quadrats, welches nebst dessen Gebrauch von Wolf*) beschrieben wird. Wenn nämlich an den beyden Enden eines Quadranten Tangenten desselben gezogen worden, so lassen sich auf eine dieser Berührungslinien Tangenten für Winkel bis 45° tragen, und auf die andern Cotangenten für größere Winkel. Hieraus entsteht ein Quadrat mit zwey abgetheilten Seiten, welche mit den Nahmen vmbra recta und vmbra versa bezeichnet werden. Sonst gebrauchte man dergleichen Werkzeuge mit Diоptern versehen zu Höhenmessungen und Beobachtung der Sonnenhöhen.

Sonst bedienet man sich auch zur Bestimmung der Höhen des geraden Schattens auf folgende Art: es sey die zu messende Höhe (fig. 49.) lm, und der gerade Schatten me. Man stecke einen Stab cd von bekannter Länge senkrecht ein, und messe zu gleicher Zeit die Schatten me und de. Ist dieß in dem Augenblicke geschehen, in welchem die Sonnenhöhe an dieser Stelle der Erdfläche = dec war, so sind die Dreyecke mle und cde einander ähnlich, wenn sie sich auch nicht in einerley Vertikalebene befänden. Daher hat man ed : dc = em : ml, wo das vierte Glied die gesuchte Höhe ist.

Alle diese Methoden aber, die Höhen durch den Schatten zu finden, sind unsicher, weil man die eigentliche Grenze des Kernschattens wegen der beträchtlichen scheinbaren Größe der Sonne nicht genau finden kann, besonders wenn die Sonnenhöhe nicht über 45° beträgt. M. s. Halbschatten.

Well

*) Element. optic. §. 172 seqq. Halae 1753. 4.

Weil der leuchtende Körper, der dunkle und dessen Schatten beständig in gerader Linie bleiben, so scheint sich letzterer zu bewegen, wenn einer von den beyden erstern seinen Ort verändert. So begleitet uns selbst allenthalben der Schatten, wo wir hingehen. Da die Sonne vom Morgen gegen Abend sich täglich zu bewegen scheinet, so gehen die Schatten der Körper auf der Erdfläche von Abend gegen Morgen u. s. f.

In unsern Gegenden geht die Sonne vom Aufgange an beständig mehr gegen den Mittagspunkt zu mit wachsendem nördlichen Azimuth; mithin nähert sich der vormittägige Schatten eines lothrechten Stiftes ununterbrochen der Mitternachtsgegend. An einem jeden Orte der nördlichen Hälfte der heißen Zone aber bekommt die Sonne jährlich eine Zeit lang mehr nördliche Abweichung, als die Polhöhe des Ortes beträgt. Diese Zeit über wächst das nördliche Azimuth der Sonne täglich vom Aufgange an um eine Zeit lang bis zu einer gewissen Größe, wo es still stehet, und dann wieder kleiner wird, d. h. die Sonne geht zwar anfänglich auf die Mittagsgegend zu, kehrt aber nachher wieder um, und culminiret in der That auf der Nordseite des Zeniths. Es drehen sich daher die Schatten lothrechter Stifte des Morgens eine Zeit lang gegen Norden zu, stehen aber alsdann stille, und wenden sich von da an gegen Süden, so daß sie auch um Mittag südwärts fallen. Etwas ähnliches erfolget auch Nachmittags, aber auf die entgegengesetzte Art, und eben so auch für die Orte in der südlichen Hälfte der heißen Zone, wenn die südliche Abweichung der Sonne größer, als ihre Polhöhe ist. Dieses Zurückgehen der Schatten haben Varenius α) und Wolf β) als eine eigene Merkwürdigkeit der heißen Zone angeführet. Umständlicher hiervon handeln Widder γ) und Kästner δ).

Was

α) Geogr. gener. sect. VI. cap 27. prop. 13.
β) Element. geogr. - mathemat. §. 171
γ) De solis et umbrae stili retrogradatione, singulis aliquando diebus in quibusdam terrae locis conspicua. Groning. 1760. 4.
δ) Astronomische Abhandl. Samml. I. Göttingen 1772. 8. S. 244 f.

Was endlich die Verzeichnung der Schatten perspektivischer Zeichnungen betrifft, so muß besonders darauf Rücksicht genommen werden, ob die perspektivischen Gegenstände bloß von einer einzigen Lichtflamme oder von der Sonne, oder ob sie von einer erleuchtenden Ebene oder von mehreren Lichtflammen zugleich erleuchtet werde. In allen diesen Fällen hat man bloß nöthig, die Grenzen der Schatten, welche die perspektivischen Zeichnungen werfen, zu bestimmen, da sich alsdann von selbst der Kernschatten nebst dem Halbschatten ergibt. Hiervon kann aber hier nicht weiter geredet werden, vielmehr handelt von dieser Lehre ein eigener Abschnitt der Perspektive unter dem Nahmen der **Skiagraphie**.

M. s. **Kästner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Optik §. 18 u. f.

Schatten, blaue (vmbrae caeruleae, ombres bleues). Die Schatten dunkeler Körper, welche auf weiße Flächen fallen, zeigen beym Sonnen- Auf- und Untergange eine blaue Farbe, wovon man sich sehr leicht durch eigene Beobachtungen überzeugen kann. Der erste, welcher diese Erscheinung anführet, ist, nach **Priestley**, **Otto von Guericke** α). Er sagte, wenn man des Morgens ein brennendes Licht verdecket, und den Schatten auf weißes Pappier fallen läßt, so ist dieser vollkommen blau, und nicht schwarz. Er will dadurch erweisen, daß eine Mischung von Weiß und Schwarz Blau gebe. Allein der Abt **Nollet** führt eine weit ältere Beobachtung dieser Erscheinung von dem italiänischen Mahler **Lionardo da Vinci** an, welcher zu Anfange des 16ten Jahrhunderts lebte, dessen Abhandlung über die Mahlerey aber erst im 17ten Jahrhunderte erschienen ist β). Man bemerkte nämlich beym Untergange der Sonne, daß die Schatten der Körper an einer weißen Wand blau aussähen. Zugleich wird die Erklärung beygefüget, daß der blaue Schatten an der weißen Wand von der Zurückwerfung der blauen Farbe des Himmels, von welchem sie erleuchtet werde, herrühre,

α) Experim. noua de vacuo spatio. Amstelod. 1672. Fol. p. 142.
β) Traite de la peinture, en Italien et françois. à Paris 1651. ch. 328.

rühre, dagegen die erleuchteten Theile derselben von den Sonnenstrahlen roth gefärbt würden. Uebrigens bemerket **Otto von Guericke**, daß dieses Phänomen bis 1742 von keinem Physiker weiter ist erwähnet worden.

Im Monath Jul. 1742 bemerkte der Herr **von Buffon** *) bey heiterm Himmel, welcher nur gegen Westen mit röthlich gelben Dünsten dünn überzogen war, da die Sonne roth unterging, daß die Schatten der Bäume, welche 30 bis 40 Fuß von einer Mauer standen, eine zarte grüne Farbe, welche etwas ins blaue fiel, hatten. Der Schatten einer Laube, welche drey Fuß von der Mauer stand, besaß ein sehr lebhaftes Grün. Diese Erscheinung dauerte fast 5 Minuten, worauf sie immer schwächer ward, und mit dem Sonnenlichte zugleich verschwand. Am folgenden Morgen fand er bey Sonnenaufgang die Schatten blau. Der Himmel war heiter, außer daß sich in Osten dünne gelbliche Dünste befanden. Diese Schatten dauerten nur 3 Minuten lang und wurden nachher schwarz. Am Abende dieses Tages erschienen die Schatten wie am vorigen Tage grün. Nachdem **Buffon** die sechs folgenden Tage wegen trüber Witterung seine Beobachtungen nicht weiter fortsetzen konnte, so beobachtete er am siebenten Tage die Schatten beym Sonnenuntergange nicht mehr grün, sondern blau. Von dieser Zeit an fand er die Schatten immer blau, jedoch auf mancherley Art schattiret. Zugleich bemerket er, daß jeder einen blauen Schatten wahrnehmen könne, wenn er beym Auf- oder Untergange der Sonne seinen Finger vor einem Stücke weißen Pappiers halte.

Der Abbe' **Mazeas** β) ließ einen dunkeln Körper von dem Monde und von einer Lichtflamme zugleich erleuchten, und die Schatten desselben auf eine weiße Wand fallen. Der Mondschatten, welchen die Lichtflamme erleuchtete, erschien röthlich, der Lichtschatten aber, auf welchen das Mondenlicht fiel,

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1743. p. 217.

β) Mémoir. de l'Acad. de Prusse 1752.

fiel, blau. Er suchte diese Farben bloß aus der Verminderung des Lichtes abzuleiten.

Melville α) meinet, daß die blaue Farbe des Himmels von der Zurückwerfung der blauen Strahlen von den feinen Dünsten herrühre. Dabey führet er an, daß der Schatten eines Körpers, wenn man diesen auf ein weißes Pappier lege und bey heiterm Himmel an die Sonne stelle, gegen das übrige von der Sonne erleuchtete Pappier bläulich aussehe. Uebrigens scheint er keine der angeführten Beobachtungen gekannt zu haben.

Bouguer β) leitet die blaue Farbe des Himmels nicht von den Dünsten, sondern aus der Zurückwerfung der blauen Strahlen von der Luft selbst her. Er führet an, daß die von Buffon wahrgenommene blaue Farbe der Schatten des Morgens oder des Abends schon von den Mahlern bemerket worden sey, und erkläret diese Erscheinung gleichfalls aus der Zurückwerfung der blauen Strahlen. Auch führet er die Beobachtung vom Schatten der Lichtflamme in der Morgendämmerung an, ohne jedoch Otto von Guericke zu nennen.

Beguelin γ) hat diese Sache etwas sorgfältiger untersuchet. Er bemerket, daß die grüne Farbe bey Buffons Beobachtung nur durch zufällige Beymischung einiger gelber Strahlen, oder vielleicht von einem gelblichten Anstriche der Mauer hergerühret habe, und daß die ordentliche Farbe blau seyn müsse; diese lasse sich aber sehr natürlich von der Farbe der reinen Luft herleiten, welche uns blau scheine, und die folglich diejenigen Strahlen, welche die Empfindung dieser Farbe erregen, vor andern häufig zurücksendet. Um seine Erklärung zu bestätigen, füget er noch eigene Beobachtungen hinzu. Die blaue Farbe in dem Schatten werde nämlich merklich, so bald die Erleuchtung der angrenzenden Stellen schwach genug sey, wie dieß der Fall um die Zeit des Unterganges

α) Edinburgh essays. Vol. II. p. 75.
β) Traité d'optique sur la gradat. de la lumiére. p. 368.
γ) Mémoir. de l'Acad. de Berlin 1761. p. 27.

ganges und Aufganges der Sonne sey. Um halb sieben Uhr des Abends, da die Sonne etwa 4° hoch stand, bemerkte er, daß der Schatten seines Fingers dunkelgrau war, wenn er seine Schreibtafel senkrecht der Sonne entgegengesetzet hielt; wenn er sie aber beynahe horizontal hielt, so daß die Sonnenstrahlen sehr schief auffielen, so bekam der erleuchtete Theil eine bläuliche Farbe, und der Schatten auf dem Papiere eine schöne hellblaue Farbe. Eine Viertelstunde darauf fieng der Schatten an, blau zu werden, wenn auch die Strahlen senkrecht auf das Pappier fielen; kehrete er aber dasselbe gegen die Erde, so waren die Schatten, welche auf die untere Seite fielen, nicht blau. Um sieben Uhr, da die Sonne noch etwa 2° hoch stand, hatten die Schatten eine sehr blaue Farbe. Im August nahm er wahr, daß sich die Schatten beym heitern Himmel blau zu färben anfangen, wenn die Höhe der Sonne 7° 8′ beträgt. Nach Beguelin kann man zu jeder Stunde des Tages blaue Schatten sich verschaffen, wenn das Sonnenlicht durch die Zurückwerfung von einem weißen Gegenstande, als einem gegenüber liegenden weißen Hause, ins Zimmer gebracht wird, und an diesem Orte ein Theil des blauen Himmels sichtbar ist, überdem aber alles unnöthige Licht entfernet wird. Sollte man hingegen an dem Orte des Versuchs keinen Theil vom blauen Himmel sehen können, so verschwindet auch daselbst der blaue Schatten.

Ein neuerer Schriftsteller hat über diesen Gegenstand noch mehrere Versuche angestellet *), aus welchen erhellet, daß man Schatten von allerhand Farben erhalten könne, so oft dunkele Körper von mehr als einem Lichte erleuchtet werden, und die mehreren Lichter ein bestimmtes Verhältniß ihrer Stärke gegen einander besitzen, daß folglich die blauen Schatten nicht von der Farbe des Himmels, sondern von dem Verhältnisse der Lichtstärke herrühren.

Dagegen

*) Observations sur les ombres colorées par H. F. T. Paris 1782. 8.

Dagegen suchet Opoix α) die blauen Schatten aus der Beugung des Lichtes herzuleiten, welche die blauen und grünen Strahlen am stärksten ablenke, und in den Schatten bringe.

Nach der Meinung des Herrn Monge β) richtet sich unser Urtheil über die Farben nicht allein nach der Natur der Lichtstrahlen, sondern werde, gleich dem Urtheil über Größe und Entfernung, durch Verhältnisse und Umstände bestimmt. Zuerst führet er die Beobachtung an, daß der Schatten eines Körpers, womit die Lichtflamme verdecket werde, beym Aufgange der Sonne auf dem weißen Pappiere blau erscheine. Er schreibt sie dem Abbé de Sauvages zu, welcher sie Herrn von Buffon mitgetheilet habe. Es erhellet aber aus dem obigen, daß sie bereits Otto von Guericke gekannt habe. Diese Erfahrung sucht Monge davon abzuleiten, daß das Pappier im Schatten nicht alles Lichtes beraubet sey, sondern durch das blaue Licht der Atmosphäre erleuchtet werde; wenn man aber in dem Augenblicke die Lichtflamme verlösche, so befinde sich nun das ganze Pappier in dem Falle, worin vorher nur der beschattete Theil war; gleichwohl sahe es nun nicht mehr blau, sondern weiß aus. Monge behauptet daher vielmehr folgenden Satz: wenn die Körper durch homogene Strahlen einer gewissen Art erleuchtet werden, so halten wir doch die weißen Körper, wenn sie auch nur Strahlen dieser Art empfangen, und in unser Auge zurücksenden, und folglich die Farbe dieser Art zeigen sollten, für weiß, und dieses verursachet auch, daß wir uns diejenigen Körper, welche von derselben Farbe sind, als die erleuchtenden Strahlen, ebenfalls als weiß vorstellen, weil sie eben solche Strahlen, wie die weißen, in unser Auge senden. Aus dem letzten Theile dieses Satzes erkläret Monge die angebliche Erfahrung, daß rothe Objekte, durch rothe Gläser betrachtet, weiß erscheinen, wiewohl diese nach den Erfahrungen

α) Journal de physique. Decemb. 1783.

β) Ueber einige Phänomene des Sehens aus den annales de chemie Tom. III. 1789. p. 131. in Grens Journal der Physik. Band II. S. 142 f.

rungen des Hrn. le Gentil sich nicht bestätiget. M. s. Farben. Was den ersten Theil dieses Satzes betrifft, so könnte dieser eher was Wahres enthalten. Es ist nämlich bekannt genug, daß eine ganz andere Farbenmischung durch die Erleuchtung des Sonnenlichtes, als durch die einer bloßen Lichtflamme, oder auch einer Lichtflamme und des Sonnenlichtes zugleich, entstehe. Es können daher unter den gesetzten Umständen bey der Verlöschung des Lichtes plötzlich ganz andere Empfindungen für das Gesicht in Ansehung der Farben erfolgen; es kann also die beschattete Stelle des Papiers, welche bey der Lichtflamme blau erschien, im Augenblicke des Verlöschens weiß werden, obgleich in den Strahlen, welche von ihr ins Auge kommen, durch das Verlöschen der Lichtflamme nichts geändert wird. Allein es geht hier offenbar eine Täuschung vor; der Eindruck, welchen wir schon dadurch haben, daß wir wissen, das Papier sey weiß, bleibt in uns fest, und die Empfindung vom Weiß, nach der Verlöschung des Lichtes, ist gleichsam nur eine Fortsetzung von der bereits gehabten Empfindung eben dieser Farbe. Noch führet Herr Monge folgende von Meusnier ihm mitgetheilte Beobachtung an: wird das Innere eines Zimmers nur durchs Sonnenlicht erleuchtet, welches durch einen Vorhang von rothem Taffet gehet, und dieser Vorhang ein Loch von 2 bis 3 Linien im Durchmesser besitzet, durch welches das Licht gerade fällt, und dann dieser Lichtbündel mit einem weißen Pappiere aufgefangen wird so sollte man glauben, der erleuchtete Theil des Pappiers müsse weiß aussehen; allein er erscheinet sehr schön grün. Nimmt man aber statt des rothen Vorhanges einen grünen, so erscheinet dieser helle Fleck unter gleichen Umständen roth Monge hält dieß für eine Bestätigung des Satzes, daß wir über die Farben nach Beziehungen urtheilen. Es ist aber wohl nicht zu läugnen, daß diese Erscheinung einen Zusammenhang mit den zufälligen Farben habe, wobey roth und grün sich correspondiren. M. s. Farben, zufällige.

Noch andere merkwürdige Versuche über die gefärbten und besonders blauen Schatten werden von dem Herrn Grafen von Thompson in einem Briefe an Herrn Banks erzählet, wovon bereits die nöthigsten unter dem Artikel, Farben (Th II. S 345.) sind angeführet worden.

M. s. Priestley Geschichte der Optik durch Klügel. S. 327 u. f.

Scheibe s Rolle.

Scheibenmaschinen s. Elektrisirmaschine.

Scheidewasser (aqua fortis, eau forte). Diesen Nahmen führet die schwächere Salpetersäure, welche vermittelst der Destillation aus dem Salpeter gewonnen, und zu mancherley chemischen Operationen, besonders aber zur Scheidung des Goldes vom Silber gebrauchet wird. In der Chemie heißt diese Säure gewöhnlich der Salpetergeist (spiritus nitri).

Das gewöhnliche verkäufliche Scheidewasser ist mehrentheils mit Schwefelsäure und salzigter Säure verunreiniget. Von diesen Beymischungen befreyet man es, wenn man etwas von einer schon bereiteten Silberauflösung in Salpetersäure tröpfelt, deren Silber sich zum Theil mit diesen fremden Säuren verbindet, und als Hornsilber oder Silbervitriol niederschläget. Sobald sich nichts mehr niederschläget, so gießt man das klar gewordene ab, und nennt es gefälltes Scheidewasser; es hat aber doch noch etwas Silber bey sich, wovon es durch eine Destillation im Sandbade befreyet werden kann. M. s. Salpetersäure.

Scheidung s. Zerlegung.

Scheinbare Bewegung, Entfernung, Größe s. Bewegung, Entfernung, Größe, scheinbare.

Scheinbarer Ort s Ort, scheinbarer.

Scheitelkreis, Vertikalkreis, Vertikalcirkel (circulus verticalis, cercle vertical). Unter diesem Ausdrucke versteht man in der Astronomie einen größten Kreis der scheinbaren Himmelskugel, welcher durch das Zenith und Nadir gehet. Es läßt sich also durch einen jeden Punkt am Him-

mel ein Vertikalkreis führen, und alle diese Kreise stehen auf dem Horizonte des Ortes der Beobachtung senkrecht. Durch diese Kreise wird der Horizont in zweyen einander entgegengesetzten Punkten geschnitten, und es werden daher jene von diesem in zwey gleiche Hälften getheilet. In Bogen dieser Kreise rechnet man die Höhe der Gestirne, und ihre Abstände vom Scheitelpunkte. M. s. **Höhe der Gestirne, Abstand vom Scheitel.**

Derjenige Scheitelkreis, welcher durch den wahren Morgen- und Abendpunkt gehet, wird der **erste Scheitelkreis** genennt (verticalis primarius, le premier Vertical). Uebrigens liegen alle Scheitelkreise in der unbeweglichen Fläche der Himmelskugel; daher kommen die Gestirne bey ihrer täglichen scheinbaren Bewegung alle Augenblicke in einen andern Vertikalkreis.

Scheitellinie, Vertikallinie, lothrechte Linie (linea verticalis, ligne verticale, ligne à plomb) heißt die gerade Linie, welche durch die beyden Punkte Zenith und Nadir gehet, und folglich die Axe des Horizontes ist, und auf der Ebene desselben senkrecht steht. Weil vermöge der Erfahrung alle unsere Körper auf der Erde in einer Richtung gegen selbige herabfallen, die auf der Fläche des stillstehenden Wassers oder auf der Horizontalfläche des Ortes senkrecht ist, so ist eben diese Richtung mit der Vertikallinie einerley. Alle Körper auf unserer Erde fallen also in der Vertikallinie des Ortes herab, und dehnen die Fäden, an welchen sie hangen, nach dieser Linie aus. Es wird also die Vertikallinie durch die Richtung des Bleylothes oder des Senkbleyes angegeben. Ausnahmen davon bey beträchtlichen Gebirgsmassen s. m. den Artikel, **Gravitation.** Die Ebenen aller Vertikalkreise gehen durch die Vertikallinie, folglich ist diese der gemeinschaftliche Durchschnitt aller Scheitelkreise.

Scheitelpunkt s. **Zenith.**

Schiefe der Ecliptik (obliquitas eclipticae, obliquité de l'ecliptique) ist der Neigungswinkel der Ebene der Ecliptik gegen die Ebene des Aequators. Beyde Kreise, die

die Ecliptik und der Aequator durchschneiden einander in zweyen Punkten, welche die Nachtgleichungspunkte sind. Von diesen Punkten sind die beyden Solstitialpunkte in der Ecliptik um 90 Grade entfernet, wo zugleich der Aequator und die Ecliptik am weitesten aus einander stehen. Legt man nun durch einen dieser Solstitialpunkte einen größten Kreis auf den Aequator senkrecht, mithin durch beyde Pole, so ist dieser (Kolur der Sonnenstände) ein Deklinationskreis, und der Bogen dieses Kreises zwischen dem Aequator und der Ecliptik ist die Abweichung der Sonne, wenn sie sich in dem Solsticialpunkte befindet. Nach den Regeln der Sphärik ist ein solcher Bogen eines größten Kreises das Maß des Neigungswinkels zweyer anderer größten Kreise gegen einander; hieraus erhellet also, daß die Abweichung der Sonne in den Solstitialpunkten das Maß der Schiese der Ecliptik abgibt.

Daraus läßt sich eine Methode herleiten, die Schiese der Ecliptik zu bestimmen. Wenn nämlich gerade zu Mittage am längsten und kürzesten Tage die Sonne in die Solstitialpunkte gelangen würde, so kann man am längsten Tage ihre größte, und am kürzesten ihre kleinste Höhe messen, und dieß wäre zugleich die größte und kleinste Höhe der Sonne, welche sie am Orte der Beobachtung erlangen würde. Die halbe Differenz zwischen beyden Mittagshöhen der Sonne würde alsdann die Schiese der Ecliptik geben. Wenn man vielleicht schon die Aequatorhöhe gefunden hätte, so könnte man diese von der größten Mittagshöhe der Sonne, oder die kleinste Mittagshöhe der Sonne von der Aequatorhöhe subtrahiren, um die Schiese der Ecliptik zu erhalten. Ob nun wohl die Voraussetzung, daß zu der angenommenen Zeit die Sonne gerade in die Solstitialpunkte kommt, nicht genau zutrifft; so lehren doch die Beobachtungen, daß der Fehler, welcher hiebey begangen wird, noch lange keine halbe Minute betrage, vorzüglich wenn in unsern nördlichen Ländern die größte Mittagshöhe mit der Aequatorhöhe verglichen wird. In diesem Falle hat nämlich die Refraktion und die Parallaxe weniger Einfluß, als wenn man das Verfahren mit der größten

und kleinsten Mittagshöhe bey uns gebrauchen wollte. Andere Methoden, die Schiefe der Ecliptik zu finden, lehrt die Astronomie. Durch diese Mittel hat man ihre Größe ungefähr auf 23 $\frac{1}{2}$° bestimmt.

Nach **Plinius** α) soll **Anaximander** zuerst die Schiefe der Ecliptik wahrgenommen haben. Allein **Gassendi** β) bemerket, daß schon **Thales** die schiefe Bewegung der Sonne und die Sonnenwenden bestimmt angegeben und Sonnenfinsternisse vorher gesagt habe, welches alles ohne Kenntniß von der Schiefe der Ecliptik nicht möglich gewesen wäre. Die berühmteste Beobachtung derselben aus dem Alterthume ist die von **Pytheas** zu Massilien (dem heutigen Marseille), wovon **Cleomedes** γ) und **Strabo** δ) Erwähnung thun. Letzterer führet aus dem **Hipparch** an, **Pytheas** habe am Tage der Sonnenwende zu Massilien das Verhältniß des Gnomons zu seinem mittägigen Schatten so groß gefunden, als es zu Byzanz sey. Daselbst wirft aber ein Gnomon von 120 Theilen einen Schatten von 42 Theilen weniger ein Fünftel. Aus dem Verhältnisse $120 : 41\frac{4}{5} = 600 : 209$ findet man die Tangente der Sonnenhöhe $\frac{600}{209} = 2{,}8708612$ (m. s. **Schatten**), folglich die Höhe selbst 70° 47′ 41″. Wird nun diese wegen der Refraktion und Parallaxe um 17″, und wegen des scheinbaren Halbmessers der Sonne um 15′ 49″ vermindert, so ergibt sich die Höhe des Mittelpunktes der Sonne 70° 31′ 35″. Hiervon die Aequatorhöhe von Massilien oder 46° 42′ 12″ abgezogen, läßt für die Schiefe der Ecliptik zur Zeit des Pytheas (350 Jahre vor Chr. Geb.) 23° 49′ 23″ übrig. **Gassendi** ε) und **Eug. de Louville** ζ) haben diese Beobachtung umständlich berechnet, und eine Vergleichung mit neuern zu Marseille gemachten angestellet. Die hier angeführten Angaben sind aus **Louville** entlehnet.

Erato-

α) Histor. natur. L. II. c. 8.
β) In praefat. ad V. Tychonis.
γ) Cycl. theor. L. I. c. 7.
δ) Geograph. L. II. p. 78.
ε) De proportione gnomonis ad vmbram solstitialem Massiliae T. IV.
ζ) Diss. de mutabilitate eclipticae in act. erud. Lips. 1719. mens. Jul.

Eratosthenes soll nach Ptolemäus Berichte den Abstand der beyden Wendekreise = $\frac{11}{83}$ des Meridians oder größten Kreises d. i. 47° 42′ 39″ gefunden haben. Die Hälfte davon gibt die Schiefe der Ecliptik (250 Jahr vor Chr. Geb.) 23° 51′ 20″.

Nach neuern Beobachtungen ist sie fast übereinstimmend nach der Ordnung ihres Alters kleiner. Dieß kann man aus folgendem Verzeichnisse, dessen Angaben theils aus Wolf *) theils aus Kästner [β]) entlehnt sind, übersehen:

Jahr		Beobachter	Schiefe der Ecliptik		
v. C. G.	250	Eratosthenes	23°	51′	20″
	140	Hipparch	23°	51′	20″
n. C. G.	140	Ptolemäus	23°	51′	20″
	390	Pappus	23	30	0
	880	Albatani	23	35	
	1460	Regiomontan	23	30	
	1476	Walther	23	30	
	1525	Copernicus	23	28	30
	1570	Rothmann und Byrg	23	30	20
	1587	Tycho de Brahe	23	30	22
	1627	Kepler	23	30	30
	1636	Gassendi	23	31	
	1646	Riccioli	23	30	20
		Hevel	23	30	20
	1656	Cassini	23	29	2
	1702	de la Hire	23	29	
	1703	Bianchini	23	28	35
	1709	Horrebow aus Römers Beobachtung.	23	28	47
	1715	de Louville	23	28	24
	1737	de la Condamine	23	28	24
	1743	Cassini de Thury	23	28	35
	1750	de la Caille	23	28	19
	1751	Bradley	23	28	18
	1756	Mayer	23	28	16

Hieraus hat schon Louville geschlossen, daß die Schiefe der Ecliptik veränderlich sey, obgleich Gassendi, Riccioli

*) Elementa astronomiae. §. 165.
β) Astronomische Abhandlung. Samml. I. S. 343.

cioli α), Hevel β), Gregory γ) und Cassini δ) den Unterschied auf ältere fehlerhafte Beobachtungen setzen wollen. Von den neuern Astronomen hingegen wird allgemein behauptet, daß sie von Zeit zu Zeit geringer werde: de Louville setzt diese Verminderung alle hundert Jahre auf 1 Minute, de la Caille auf 44″, de la Lande jetzt auf 33 Sekunden. Euler ε) hielt es für möglich, daß diese Verminderung keine regelmäßige Ursache zum Grunde habe, sondern leitete sie vielmehr von den Kometen ab. Nachher aber betrachtete er sie als eine Wirkung der Planeten, und hat darüber zuerst Berechnungen angestellt ζ). Auch de la Lande η) hat hierüber Rechnungen geführet. Ihre Resultate sind aber nicht sicher anzunehmen, weil sie Data vorausgesetzet haben, die noch nicht mit völliger Sicherheit ausgemacht sind.

Die Größe des Winkels, unter welchem der Aequator gegen die Ecliptik geneigt ist, bestimmt zugleich die Entstehung der Wendekreise vom Aequator, und die der Pole der Ecliptik von den Polen des Aequators, weil der Winkel der Axen größter Kreise gegen einander dem Neigungswinkel der Kreise selbst gleich ist. Daher bestimmt auch die Schiefe der Ecliptik die Stellen der Wendekreise und Polarkreise am Himmel und auf der Erde, und eben hierauf gründet sich die Eintheilung der Erdfläche in Zonen. M. s. Erdstriche. Mit der Abnahme der Schiefe der Ecliptik müssen also auch die Wendekreise dem Aequator näher rucken, und die Polarkreise den Polen; die gemäßigten Zonen dehnen sich daher mehr aus, die kalten Zonen und die heiße Zone aber ziehen sich mehr zusammen. Würde nun die Abnahme der Schiefe der Ecliptik so lange fortfahren, bis die Ecliptik mit dem Aequator zusammenfiele, so würde dieß nothwendig eine bestän-

α) Almagest. nov. p. 164.
β) Prodrom. astron p. 37. 42.
γ) Element. astronom. phys. et geomet. L. II. pr. 19.
δ) Elemens d'astron. p. 113.
ε) Theoria motuum planetarum et cometar. Berol. 1744. 4. p. 98.
ζ) Mémoir. de l'Acad. de Prusse 1754. p. 296.
η) Mémoir. de l'Acad. de Paris 1758. 1761.

beständige Gleichheit der Tage und Nächte auf der ganzen Erdfläche zur Folge haben. Ob aber dieses wirklich erfolgen könne? — Louville hatte wirklich den Gedanken, daß dereinst beyde Kreise zusamenfallen würden, und glaubte vermöge einer Tradition der Egypter, daß die Ecliptik ein Mahl auf den Aequator senkrecht gestanden habe. Dieser Tradition gedenket Herodot, welche aus dessen Euterpe von Bailly *) also angeführet wird: man sagt, daß man in einem Zeitraume von 11340 Jahren vier merkwürdige Abänderungen von dem gewöhnlichen Laufe der Sonne wahrgenommen habe; nämlich man habe bemerket, daß die Sonne während dieser Zeit zwey Mahl an eben dem Punkte des Horizontes aufging, an welchem sie vorher untergegangen war, und daß sie an eben dem Orte wieder unterging, an welchem sie vorher aufgegangen war; übrigens fügte man noch hinzu, daß damahls die Ecliptik den Aequator rechtwinklicht durchschnitten habe. Daraus und aus der Anführung chaldäischer Beobachtungen von 43000 Jahren will Louville schließen, daß diese Völker die Veränderlichkeit der Schiefe der Ecliptik beobachtet, und die Größe der Abnahme von derselben gekannt hätten. Allein Herr la Place ß) hat durch Hülfe der Analysis auf eine befriedigende Art gefunden, daß die Ecliptik nie mit dem Aequator zusammenfallen werde, sondern daß die Abnahme von einer bloß periodischen Wirkung der übrigen Planeten abhange, deren Maximum sich nicht über 1° 48′ erstrecken kann. Hiernach ist es also ganz unmöglich gewesen, daß die Ecliptik senkrecht auf den Aequator gestanden habe, und hiermit fällt zugleich der Gedanke des Herrn Louville gänzlich hinweg, aus der beständigen Abnahme der Schiefe der Ecliptik eine fortgehende Veränderung des Klima, und überhaupt die Geschiche der Erde abzuleiten.

Außerdem ist die Schiefe der Ecliptik einer andern periodischen Veränderung unterworfen, nach welcher sie 9 Jahre lang

*) Geschichte der Sternkunde des Alterthums, a. d. Franz. B. I. Leipz. 1777. 8. S. 203.

ß) Darstellung des Weltsystems. Th. II. a. d. Franz. Frankf. a. M. 1797. 8. S. 45.

lang wächst, und 9 Jahre wieder abnimmt, so daß der größte Unterschied 18 Sekunden beträgt. M. s. **Wanken der Erdaxe.**

M. s *Weidleri* historia astronomiae cap. V. §. 7. §. 39.

Schiefe Ebene, schiefe Fläche (planum inclinatum, plan incliné). Unter diesem Ausdrucke kann man im Allgemeinen eine jede Ebene verstehen, gegen welche eine Kraft unter einem schiefen Winkel wirkt. Insbesondere aber versteht man darunter diejenige ebene Fläche, welche gegen den Horizont unter einem beliebigen Winkel geneigt ist. Weil durch Hülfe solcher schiefen Ebenen mit Vortheil der Kraft schwere Lasten erhoben werden können, so hat man diese in den neuern Zeiten mit zu den einfachen Potenzen gerechnet. M. s. **Potenzen.**

Zur Bestimmung der auf schiefen Ebenen im Allgemeinen wirkenden Kräfte setze man in der fig. 51., daß a b ein Durchschnitt einer festen ebenen Fläche sey, welcher zugleich in einer Vertikalebene liget, in der eine Kraft V gegen die Fläche a b nach der schiefen Richtung d c wirket. Aus dem Punkte c errichte man c e senkrecht; stellt nun c d die Größe der wirkenden Kraft V vor, so ziehe man d e mit a b parallel, und bezeichne den Winkel d c e mit α; es wird sich alsdann die Kraft V in die beyden Theile e c $= V. \cos. \alpha$ und d e $= V. \sin. \alpha$ zerlegen lassen. M. s. **Zerlegung der Kräfte.** Der Theil e c, welcher auf die Ebene a b senkrecht wirkt, wird von dieser völlig aufgehoben, mithin bleibt nur der Theil d e mit a b parallel übrig, und die ganze Wirkung besteht darin, daß der Punkt c nach der Richtung der Fläche selbst mit der Kraft $= V. \sin. \alpha$ fortgetrieben wird.

Wendet man alles dieß auf eine gegen den Horizont geneigte Ebene, auf welcher ein schwerer Körper liegt, an, so läßt sich die Größe der Wirkung desselben sehr leicht auf folgende Art übersehen: Man ziehe (fig. 52.) durch den Punkt b in in der Vertikalebene, worin a b liegt, die Horizontallinie b d, und lasse aus a das Loth auf d b herab, so entstehet das rechtwinklichte Dreyeck a d b, in welchem d b die Grundlinie,

a d die Höhe und a b die Länge der schiefen Ebene genennet wird. Gegen die schiefe Ebene a b drucke nun eine Last V nach der Richtung der Schwere c g, und c e sey auf a b senkrecht, so wird der Winkel e c g dem Winkel b = α, welchen die Grundlinie d b mit der schiefen Ebene a b macht, völlig gleich seyn, oder der Winkel α (fig. 51.) ist hier = α, daher er auch hier durch α bezeichnet ist. Es wird also die Fläche a b von der Last mit der Kraft = V. cos. α gedruckt, und die Last selbst wird mit der Kraft = V. sin. α längs der schiefen Ebene herabgetrieben. Weil nun jederzeit sin. α < 1 ist, so ist auch diese Kraft alle Mahl kleiner als V, oder kleiner als das Gewicht des Körpers. Man nennt diese das respektive Gewicht von V, und unterscheidet dieß von dem absoluten Gewichte von V.

Wenn an der Last V eine Kraft h nach der Richtung c f h ziehet, welche mit der Fläche a b den Winkel β macht, so wird sich auch die Kraft h oder c i in die beyden Theile c e = h. sin. β, und e i = h. cos. β zerlegen lassen. Dem ersten Theile widersteht die schiefe Ebene völlig, vorausgesetzet, daß c e noch innerhalb des Grundes durchgehet, womit der Körper an a b anlieget; denn sonst würde er wie auf der wagrechten Ebene nach dieser Seite hinsinken, wo sein Schwerpunkt nicht unterstützet ist. Der andere Theil der Kraft hingegen zieht den Körper nach der Richtung e i aufwärts.

Soll daher die Last von der Kraft h durch den Zug auf der schiefen Ebene nur erhalten werden, so muß alsdann dieser letzte Theil der Kraft h oder h. cos. β das respektive Gewicht V. sin. α gerade aufheben, mithin demselben gleich seyn. Demnach findet zwischen h und V das Gleichgewicht Statt, wenn

$$h. \cos. \beta = V. \sin. \alpha, \text{ oder wenn}$$
$$h : V = \sin. \alpha : c \sin. \beta.$$

Hierbey sind nun folgende Fälle möglich:

I. Wenn die Kraft h nach der Richtung c h mit der schiefen Ebene parallel ziehet, alsdann verschwindet der Winkel β, und

und sein cos. ist $= 1$, folglich wird im Falle des Gleichgewichtes $h : V = \sin. \alpha : 1$. In dem Dreyecke a b d aber ist $\sin. \alpha : 1 = ad : ab$, mithin auch $h : V = ad$. Für das Gleichgewicht verhält sich also die Kraft zur Last, wie die Höhe der schiefen Ebene zur Länge derselben.

II. Zieht dagegen die Kraft h horizontal oder mit d b parallel, so ist nun $\beta = \alpha$ und $\cos. \beta = \cos. \alpha$. Fürs Gleichgewicht ist also $h : V = \sin. \alpha : \cos. \alpha$, oder im Dreyecke a b d, $= ad : db$. Demnach findet das Gleichgewicht für diesen Fall Statt, wenn sich die Kraft zur erhaltenen Last verhält, wie die Höhe der Ebene zu ihrer Grundlinie.

III. Wenn der Winkel β gerade die Ergänzung von α zu einem rechten Winkel wäre, so ist alsdann $\sin. \alpha = \cos. \beta$, mithin $h = V$, oder die Kraft muß der Last gleich seyn, wenn jene diese erhalten soll. Wird β noch größer, so muß auch $h > V$ seyn.

Die Kraft h wird am meisten ausrichten können, wenn $\cos. \beta$ am größten d. i. $= 1$ ist, mithin nach I. wenn ihre Richtung mit der schiefen Ebene parallel ist. In diesem Falle ist ihre Richtung der Richtung des respektiven Gewichtes gerade entgegengesetzet, mithin wirket sie ganz, und braucht nur so groß als das respektive Gewicht zu seyn. In allen andern Fällen muß die Kraft h größer als das respektive Gewicht der Last V seyn, weil schon ein Theil von ihr bloß Druck gegen die schiefe Ebene erzeugt, und auf die Last gar nicht wirkt.

Wenn in I. die Kraft h einen Weg durchlaufen hätte, welcher gerade der Länge a b der schiefen Ebene gleich wäre, so wäre alsdann die Last V um die lothrechte Höhe a d gestiegen; mithin ist der Weg von h zum Wege von V wie $ab : ad = V : h$. In II. wird die Last V durch die Kraft h völlig lothrecht durch a d gehoben, wenn die Kraft h den Weg d b zurückgeleget hat; folglich verhält sich der Weg von h zum Wege von $V = db : da$, oder wiederum wie $V : h$.

Daraus

Daraus ist klar, daß sich auch hier, wie bey allen einfachen Maschinen, die Wege sich verkehrt verhalten, wie die im Gleichgewichte stehenden Kräfte, und daß folglich an der Geschwindigkeit der Last eben so viel verloren gehet, als an Kraft gewonnen wird.

Nach dem vorigen ist der Druck gegen die schiefe Ebene wegen der Last $= V. \cos. \alpha$, und wegen der Kraft $= h. \sin. \beta$, mithin beyder Summe $= V. \cos. \alpha + h. \sin. \beta$. In I. verschwindet $\sin. \beta$; mithin ist dieser Druck $= V. \cos. \alpha$; in III. wo $\cos. \alpha = \sin. \beta$ und $V = h$ ist, wird er $= 2 V. \cos. \beta$. Fiele aber die Richtung der Kraft h so, daß sie die schiefe Ebene unterhalb e in h träfe, mithin der Winkel β eine der vorigen entgegengesetzte Lage erhält, so wird nun der Theil des Drucks, welcher von der Kraft $= h. \sin. \beta$ herrühret, negativ. Die Kraft h zieht alsdann die Last V von der schiefen Ebene abwärts; in diesem Falle ist folglich der Druck $= V. \cos. \alpha - h. \sin. \beta$ u. s. w.

Diese Theorie von der schiefen Ebene, die ganz aus der Zerlegung der Kräfte hergeleitet worden, ließe sich auch nach Stevin's Grundsatz von dem Gleichgewichte dreyer Kräfte beurtheilen. M. s. Gleichgewicht. Man ziehe nämlich ef mit gc parallel, so ergibt sich das Dreyeck fec, in welchem die drey Linien cf, fe und ce mit der Richtung der Kraft h, mit der der Last V, und mit der des Widerstandes der Fläche, parallel sind. Im Falle des Gleichgewichtes werden sich also diese drey Kräfte, wie die drey Seiten cf, fe und ce, oder wie die Sinus der ihnen entgegengesetzten Winkel e, ecf und efc verhalten. Nun ist der Winkel $e = \alpha$; $ecf = 90^\circ - \beta$ und $efc = 180 - efi = 180^\circ - e - ecf = 180^\circ - \alpha - 90^\circ + \beta = 90^\circ - \alpha + \beta$, folglich $\sin. e = \sin. \alpha$, $\sin. ecf = \cos. \beta$ und $\sin. efc = \cos. (\beta - \alpha)$; daher

$$h : V = \sin. e : \sin. ecf = \sin. \alpha : \cos. \beta$$

Druck gegen die Fläche : $h = \sin. efc : \sin. fec = \cos. (\beta - \alpha) : \sin. \alpha$

Druck

Druck gegen die Fläche : V = sin. efc. : sin. ecf = cos. ($\beta - \alpha$) : cos. β
woraus sich der Ausdruck wie vorher für den Druck gegen die Fläche sehr leicht ableiten läßt.

Stevin's angenommener Satz ist aber für einen Grundsatz nicht einleuchtend genug, um ihn ohne Beweis gelten zu lassen, ob er ihn gleich durch ein sehr sinnreiches Experiment zu bestätigen suchet. Wenn man sich nämlich um den Umfang des Dreyecks (fig. 53.) abc eine zusammenhängende Kette von gleich großen und gleich schweren Gliedern geleget vorstellet, so werden die Theile ab und ac nach verschiedenen Richtungen ziehen. Hielten sie sich nun nicht das Gleichgewicht, so würde der stärkere Theil den schwächern in Bewegung bringen, und so die Kette sich um das Dreyeck bewegen. Da aber dieses anzunehmen widersinnig ist, so muß man zugeben, daß diejenigen Kräfte, welche nach den Seitenlinien eines Dreyecks wirken, im Gleichgewichte seyn müssen, wenn sie sich wie die Längen der Seitenlinien verhalten. Es ist aber leicht einzusehen, daß sich dieser Experimentalbeweis mit einiger Abänderung auch auf Dreyecke erstrecke, deren Grundlinie gegen den Horizont schief liegt, und auf diese Weise das allgemeine Gesetz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte bestätiget wird.

Stevin's angeführter Experimentalbeweis lehrt eigentlich unmittelbar nur dieß, daß sich zwey Kräfte h und V (fig. 54.), welche nach den beyden Richtungen der beyden Seitenlinien ac und ab eines Dreyecks abc von wagrechter Grundlinie cb einander entgegen wirken, das Gleichgewicht halten, wenn sie im Verhältnisse ac : cb sich befinden. Aus der vorigen Theorie erhellet dieß so: das respektive Gewicht von h ist = h . sin. c, und das von V, = V . sin. b. Im Falle des Gleichgewichtes ist also h . sin. c = V . sin. b, mithin h : V = sin. b : sin. c = ac : ab.

Noch andere Schriftsteller führen den Beweis von der Lehre der schiefen Ebene durch die Theorie des Hebels. Sie stellen sich die Last V (fig. 52.) in einem Punkte der vertika-

die Linie cg vor, und nehmen den Berührungspunkt e als den Ruhepunkt eines Winkelhebels an, dessen beyde Arme ce und die auf cg aus e gezogenen senkrechte Linien sind. Hieraus folgt also vermöge der Theorie des Winkelhebels (m. s. Hebel), daß sich h : V wie die senkrechten Linien aus dem Punkte c auf cg und ch sich verhalten. Nimmt man alsdann ce in den beyden rechtwinklichten Dreyecken als den ganzen Sinus an, so sind diese senkrechten Linien die Sinus der Winkel gce und ecf, deren erster = α, und der zweyte 90° — β ist. Daraus folgt also h : V = sin. α : cos. β. Die beyden Fälle I. und III. lassen sich auf diesem Wege sehr leicht, und ohne Beyhülfe trigonometrischer Linien erweisen. Allein die Vorstellung, daß der Punkt e der Ruhepunkt eines Winkelhebels sey, ist nicht natürlich. Für alle diejenigen Fälle, wo die Last V die schiefe Ebene ab in mehreren Punkten berühret, ist sie undeutlich, und für diejenigen, wo sie die Ebene gar nicht berühret, widersinnig.

Eine beträchtliche Abweichung dieser Theorie macht in der Ausübung das Reiben, besonders wenn der Körper, der auf der schiefen Ebene herabgleiten soll, eine beträchtliche Fläche hat, womit er an der schiefen Ebene anschließt. Hiervon s. m. den Artikel, Reiben.

Bey Kugeln und Walzen, welche von der schiefen Ebene herabrollen, ist zwar die Friktion unbeträchtlich, sie kann aber beträchtlich werden, wenn man das Herabrollen derselben verhütet, oder gar ein Rollen nach der entgegengesetzten Richtung veranlaßt, in welchem Falle sie alsdann entweder stehen bleiben, oder gar aufwärts laufen. So wird z. B. eine Walze, deren eine Hälfte (fig. 51.) nach a zu Bley, und die nach b gekehrte von Holz ist, ihren Schwerpunkt nicht in c, sondern weiter nach a zu besitzen. Sie rollt daher so, daß ihr Schwerpunkt abwärts geht, und steigt auf der schiefen Ebene in die Höhe, bis ihr Schwerpunkt in die Linie cn fällt. Dieses Aufwärtsgehen ist in der That ein Herabgehen, weil der Schwerpunkt am Ende tiefer als vorher liegt. Von dieser Walze mit ungleichförmiger Masse handelt Desagu-

liers [α]), und analytisch Kästner [β]). Wird dem Schwerpunkte nur ein kleines Uebergewicht verstattet, so erhält man dadurch eine Kraft, welche ein inwendig angebrachtes Räderwerk umtreiben, und durch ein Hemmwerk so reguliret werden kann, daß das Aufsteigen oder Herabgehen der Walze ein darin angebrachtes Uhrwerk treibt. Eine solche Uhr, welche sich selbst eine schiefe Ebene hinabtreibt, und durch das Aufsteigen wieder aufgezogen wird, beschreibet Robert Wheeler [γ]). Auch gehöret hierher der doppelte Kegel, welcher auf zwey schiefen Ebenen aufwärts zu rollen scheinet, ob er gleich in der That sinkt. Von ihm handelt umständlich Kraft [δ]). Würde kein Reiben Statt finden, so würde ein solcher Kegel herabglitschen, und nicht hinauf zu rollen scheinen.

In der Maschinenlehre wird die schiefe Ebene zur Erhebung der Lasten sehr oft und vortheilhaft gebrauchet, wie z. B. bey einer Wasserkunst die Pumpenstangen der in einem Kreise stehenden Pumpen mittelst eines horizontalen Rades, auf dessen Flächenringe schiefe Ebenen befestiget sind, nach und nach zu erheben, und so dem Kolben eine hin und wieder spielende Bewegung zu geben. Auch wird nicht selten die schiefe Ebene selbst fortgeschoben, um eine Last, die nicht ausweichen kann, dadurch zu erheben, daß man nach und nach höhere Theile der Ebene unter sie bringt. Eine andere Anwendung der schiefen Ebene ist die Vorrichtung zur Rechtstellung gesunkener Balken in Gebäuden, welche Scheldon und Polhem [ε]) beschreiben, und welche man auch beym Büsch [ζ]) erwähnet findet. Auch werden gewöhnlich auf die

α) Course of experim. philos. Vol. I. lect. I. annotat. 12.

β) Deutsche Schriften der königl. Gesellschaft der Wissenschaften. Göttingen 1771. S. 113.

γ) Philos. Transact. n. 161. p. 647.

δ) Explicatio phaenomeni paradoxi de adscensu coni duplicis in altum spontaneo. Commentat. nov. Acad. Petrop. Tom. IV. p. 389.

ε) Schwed. Abhandl. 1746. S. 45 u. f.

ζ) Versuch einer Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens, Mechan. §. 43.

die Lehre der schiefen Ebene die Theorien des Keils und der Schraube gegründet. M. s. Keil, Schraube.

Von dem freyen Falle der Körper auf schiefen Ebenen ist bereits unter dem Artikel, Fall der Körper (Th. II. S. 323 f.) hinlänglich geredet worden.

M. s. Kästner Anfangsgr. der angewandten Mathematik, die Mechanik §. 95 u. f.

Schielen s. Gesichtsfehler.

Schießpulver (puluis pyrius, puluis tormentarius, poudre à canon ou à tirer). Das Schießpulver ist eine sehr genaue und innige Mischung von Salpeter, Schwefel und Kohle, welche sehr geschwind Feuer fängt, und, im Fall sie eingeschlossen ist, eine gewaltsame Explosion veranlasset.

Die Erfindung des Schießpulvers wird mehrentheils einem deutschen Mönche, Berthold Schwarz zugeschrieben, welcher durch gewisse chemische Versuche um das Jahr 1320 von ungefähr auf diese Entdeckung soll gerathen seyn; allein Herr Beckmann *) führet an, daß es schon im 12ten Jahrhunderte zur Sprengung des Gesteins im Rammelsberge bey Goslar gebrauchet worden. Auch Roger Baco β), welcher 50 Jahre vor Schwarzen gelebet, führt als eine bekannte Sache an, daß man durch die Gewalt des Salpeters eine pergamentene Patrone von der Größe eines Daumens mit heftigem Blitz und Knall zersprengen könne. Ueberdem führet Dr. Jebb in dieser Ausgabe an, daß sich unter den Handschriften des Dr. Mead auf der Bibliothek zu Oxford ein Buch eines Markus Grácus (liber ignium) befinde, worin eine Mischung von 2 Pfund Kohlen, 1 Pfund Schwefel und 6 Pfund Salpeter zu Feuerwerken vorgeschrieben werde, welches Buch weit älter, als die Erfindung der Geschütze, seyn müsse, weil es dieser nicht erwähne. Von den Chinesern wird vorgegeben, daß einer ihrer Könige, Vitey, das Schießpulver im 85sten Jahre bereits erfunden habe.

*) Anleitung zur Technologie. S. 342 u. f.

β) Opus maius ex edit. D. *Sam. Jebb.* Lond. 1733. Fol.

Wenigstens ist gewiß, daß ihnen das Pulver bekannt gewesen, noch ehe es die Europäer haben verfertigen können. Robins vermuthet, Schwarzens Zufall (da die Entzündung des Pulvers einen Stein, welcher den Mörser bedeckte, in die Höhe warf) habe Veranlassung gegeben, das längst bekannte Pulver zum groben Geschütze zu gebrauchen, aus welchem man nach Art der Alten anfänglich steinerne Kugeln schoß oder warf.

Das Verhältniß der Theile des Schießpulvers wird von verschiedenen Schriftstellern auch verschiedentlich angegeben. Surirey de Saint Remy [α]) führet an, daß in den meisten Pulvermühlen in Frankreich zu $76\frac{1}{2}$ Pfund Salpeter, $12\frac{1}{2}$ Pfund Schwefel und $12\frac{1}{2}$ Pfund Kohlen genommen würden. In Deutschland nimmt man nach Hartwig [β]) auf 32 Theile Salpeter 7 Theile Schwefel und 9 Theile Kohlen zum Kanonenpulver; 6 Theile Schwefel und 8 Theile Kohle zum Musketenpulver; 4 Theile Schwefel und 6 Theile Kohlen zum Pürsch- oder Jagdpulver. Dr. Ingenhouß gibt 75 Theile Salpeter, $9\frac{1}{2}$ Theile Schwefel und $15\frac{1}{2}$ Theile Kohlen an. Die Chineser nehmen 16 Theile Salpeter, 2 Theile Schwefel und 5 Theile Kohlen. Andere Verhältnisse in andern Ländern findet man gesammelt beym Macquer und Gren. Die Kraft des Pulvers soll nach Baume [γ]) und d'Arcy [δ]) durch den Schwefel vergrößert werden. Allein es ist gewiß, daß er im allzu großen Verhältnisse das Gegentheil bewirket, und die von Ingenhouß aus dem Manuel d'artificier angeführten Versuche lehren, daß Schießpulver auch ohne Schwefel beym groben Geschütze sehr gute Wirkung thue. Indessen ist der Schwefel doch nothwendig, damit das Pulver desto leichterer und sicherer Feuer fange.

Die Vermischungstheile werden in den Pulvermühlen bey gelinder Anfeuchtung zu Mehlpulver gestampft, das nach-

α) Mémoir. d'Artillerie recueillis p. M. *Surirey de Saint Remy*. Paris 1745. 4. Vol. I.
β) In Sprengels Handwerkern. Sammlung X. S. 236.
γ) Erläuterte Experimentalchymie. Th. II. S. 604.
δ) Essai d'artillerie. à Paris 1754.

nachher mittelst des Durchdruckens durch Siebe gekörnet, durch Umdrehung einer hohlen Walze oder Tonne geglättet, und in gelinder Wärme getrocknet wird. Dieses auf solche Art verfertigte genugsam bekannte Pulver thut auch schon in geringen Mengen außerordentliche Wirkungen.

Daß durch die Entzündung des Schießpulvers eine elastische Materie erzeuget wird, hat Hawksbée α) durch folgenden Versuch erwiesen. Nachdem er ein glühendes Eisen unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht, und die Luft ausgezogen hatte, ließ er ein wenig Pulver auf das glühende Eisen fallen, und bemerkte, daß das Quecksilber im Elasticitätszeiger bey der Entzündung sehr tief herabfiel, hierauf aber etwas wieder stieg, jedoch seine vorige Höhe bey weitem nicht erreichte. Eine geringe Menge Pulver brachte das Quecksilber im Elasticitätszeiger auf $12\frac{3}{4}$ Zolle herab, wenn es zuvor bey ausgeleerter Glocke auf $29\frac{1}{2}$ Zoll gestanden hatte. Aus diesem Versuche erhellte nun deutlich, daß sich aus dieser geringen Menge Pulver eine elastische Materie entwickelt hatte, welche anfänglich beym Entzünden des Pulvers wegen der Hitze stärker auf das Quecksilber, als nachher bey der Erkältung derselben wirkte. Ueberdem zeiget Hawksbée, daß das Abbrennen des Pulvers in eingeschlossener Luft die Menge derselben vermehre. Seit dieser Zeit hat man die Gewalt des Schießpulvers allgemein dieser entwickelten elastischen Materie zugeschrieben. Es war zwar de la Hire β) der Meinung, die Kraft des entzündeten Schießpulvers lasse sich von der beym Abbrennen desselben schnell frey gewordenen atmosphärischen Luft ableiten, welche im Pulver eingeschlossen gewesen wäre, und durch die schnelle Entzündung eine verstärkte Elasticität erhalten hätte; allein dieß erkläret offenbar die erstaunende Gewalt des Schießpulvers nicht.

Nach Newton's γ) Vermuthung ist diese elastische Materie ein in Dämpfe verwandelter Salpetergeist, welcher

α) Philosoph. Transact. Num. 295.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1702.
γ) Optice lat. redd. a *Sam. Clarke*. Lond. 1706. 4. L. III. quaest. 10. p. 295.

durch die Schwefelsäure entwickelt werde, und mit der größten Gewalt aus der Substanz des Salpeters hervorbreche, wie etwa der Wasserdampf aus einer Windkugel. Dieser Dampf des Salpetergeistes entzünde sich, daher die Flamme, und die in den Salpeter dringende Schwefelsäure verursache darin ein starkes Ausbrausen, und große Hitze, welche selbst die feste Substanz des Salpeters in Dämpfe auflöse, und dadurch die Explosion äußerst heftig mache.

Johann Bernoulli [α]) hält diese elastische Materie für gewöhnliche atmosphärische Luft, welche nur im Pulver über 100 Mahl mehr, als im natürlichen Zustande, zusammengepreßt sey. Daniel Bernoulli [β]) bemühet sich aus seinen Versuchen und aus seiner Hypothese über die Ursache der Elasticität zu erweisen, daß die im Pulver eingeschlossene Luft 10000 Mahl dichter und elastischer als die gewöhnliche Luft sey. Dagegen hat man ihm eingewendet, das Pulver selbst sey nicht über 800 bis 1000 Mahl dichter, als die gewöhnliche atmosphärische Luft, mithin könne seine Behauptung auf keine Weise Statt finden, wenn auch gleich das ganze Pulver nichts weiter als verdichtete Luft wäre. Noch andere sagen, die Luft sey im Pulver 450 Mahl; andere sie sey 813 Mahl dichter, als im natürlichen Zustande. Man sieht aber wohl, daß alle diese Meinungen auf die sonst gewöhnliche Idee einer eingekerkerten und zusammengepreßten Luft beruhen. Erst in den neuern Zeiten, da man von der Erzeugung der Gasarten bessere Begriffe erhielt, ist diese irrige Idee auf bessere Vorstellungen von der Entwickelung der Luft gebracht worden.

Inzwischen machten sich die Chemiker eine ganz andere Vorstellung von den Erscheinungen des Schießpulvers, und betrachteten sie mit Recht als eine Folge des gewöhnlichen Verpuffens, welches nur bey dem Pulver weit schneller als sonst, und in einem Augenblicke durch die ganze Masse verbreitet

α) Diss. de efferuescentia et fermentatione. 1690. 4. et in opp. T. I. Num. 1. §. 22.

β) Hydrodynamica. Argent. 1738. sec. X.

breitet werde. Was vor eine Ursache aber dem Verpuffen zu zuschreiben sey, das haben wenige Chemiker zu bestimmen gewagt. Macquer nimmt hiezu einen durch Vereinigung der Salpetersäure mit dem Brennbaren entstehenden Salpeterschwefel an, welcher so entzündbar sey, daß er auch nicht einen Augenblick, ohne zu glühen, bestehen könne. Uebrigens glaubet er, daß es bey dem Schießpulver vorzüglich auf den Salpeter und auf die Kohle ankomme, der Schwefel sey bloß zur Beförderung der Entzündbarkeit vorhanden. Dagegen erinnert Priestley [α]), der Salpeterschwefel würde ohne atmosphärische Luft nicht brennen können, die Luft aber, in welcher sich das Pulver entzünde, würde gar bald durch das entbundene Brennbare phlogististiret werden, und das Brennen nicht weiter befördern. Er meinet vielmehr, das Abbrennen des Pulvers rühre von der dephlogistisirten Luft her, welche sich aus dem Salpeter bey der Glühehitze in Menge entwickele, und in welcher alle verbrennliche Körper schnell und heftig mit Knistern und Glanz verbrennen. Ueberdem glaubt er noch, daß auch dabey die Salpetersäure entbunden, und vielleicht mit zur Erzeugung der dephlogistisirten Luft oder einer andern Gasart verwendet werde. Gegen diese Behauptung führet D. Ingenhouß [β]) an, es knalle die dephlogistisirte Luft allein nicht, ohne mit brennbarer Luft vermischt zu seyn; auch sey es nicht wahrscheinlich, daß sich hiebey ein Salpetergeist entwickele, da man in offener Luft durch bloßes Glühen des Salpeters dergleichen nie erhalte. Nach ihm entwickelt sich vielmehr aus der Kohle zugleich brennbare Luft, welche mit der dephlogistisirten aus dem Salpeter eine Knallluft bilde, deren Explosion die glühenden Theile mit Heftigkeit durch die übrigen werfe, und daher Entzündung und Abknallen mit bewundernswürdiger Geschwindigkeit verbreite. Dagegen läßt sich

α) Exper. and observ. relating to various branches of natural philosophy. Lond. 1779. 8. p. 255.

β) Versuch einer neuen Theorie über das Schießpulver in den vermischten Schrift. Wien, 1784. 8. B. 1. S. 305 f.

aber wieder einwenden, daß vermöge der Erfahrung brennende Kohle nur Kohlensäure gibt, und brennbare Luft aus ihnen nur durch trockene Destillation gewonnen wird. Es scheint aber auch gar nicht nothwendig zu seyn, eine Knallluft beym Abbrennen des Pulvers anzunehmen, da schon die schnelle Entwickelung der luftförmigen Stoffe, welche durch die Hitze stark ausgedehnet werden, die Erscheinungen bey der Entzündung des Pulvers auf eine befriedigende Weise erkläret. In dem plötzlichen Freywerden des Wärmestoffs liegt allem Vermuthen nach der vorzügliche Grund der starken Explosion. Denn wenn man das Pulver mit hinreichendem Wasser befeuchtet, so entstehet keine Explosion, indem der frey gewordene Wärmestoff sich sogleich mit dem Wasser verbindet, und dasselbe in Dampf verwandelt. Nach dem antiphlogistischen Systeme ließe sich die Erklärung so geben. Die Mischung, aus welcher das Pulver besteht, hat bey einer höhern Temperatur eine so große Verwandtschaft gegen den Sauerstoff, daß die Säurung in einem Augenblicke vor sich gehet, wodurch eine große Menge Wärmestoff plötzlich frey wird, welcher die umgebende Luft schnell und mit großer Gewalt ausdehnet, und alle widerstehende Körper gewaltsam auf die Seite wirft. Entzündet man Schießpulver mit Wasser angefeuchtet im verschlossenen Gefäße, so erhält man eine Mischung von kohlensaurem Gas, Stickgas und salpeterhalbsaurem Gas. Die beyden erstern Gasarten entstehen durch die Zerlegung der Salpetersäure vermittelst der Kohlen; das letzte hingegen vermittelst des Schwefels, welcher die Salpetersäure eines Theils beraubet, und sich in Schwefelsäure verwandelt hat. Das Knallen des Schießpulvers ist der plötzlichen Entwickelung dieser Gasarten zuzuschreiben. In der Retorte bleibt schwefelgesäuerte Potasche zurück, verbunden mit der neu entstandenen Schwefelsäure. Auch in dem Brennstoffsysteme läßt sich diese Erklärung mit einer kleinen Abänderung anwenden. Herr Gren sagt, in der Glühehitze entwickelt der Salpeter Sauerstoffgas, welches das lebhafte Verbrennen der verbrennlichen Körper verursachet.

In der dabey Statt findenden Temperatur bemächtiget sich die verbrennliche Substanz des Sauerstoffes der Salpetersäure gänzlich, ihr Radikal, der Stickstoff, mit Brennstoff gesättiget, wird frey und entweicht als Stickgas, und so wird die Salpetersäure gänzlich zerstöret. Die große Menge des Wärmestoffs, welche die Salpetersäure auch im Salpeter noch gebunden enthält, und die nicht gänzlich zur Bildung der entstehenden Gasarten verwendet wird, und der Brennstoff der verbrennlichen Substanz, der vom Radikal der Salpetersäure nicht alle aufgenommen werden kann, ist Ursache des beym Verpuffen entstehenden starken Feuers. — Eigentlich kann man aber die Erscheinungen des Verpuffens nicht von der aus dem Salpeter entwickelten Lebensluft ableiten, und es ist nicht diese, sondern die Salpetersäure selbst, die, ehe noch ihr Sauerstoff luftförmig entwickelt wird, durch denselben die verbrennliche Substanz in der Glühehitze zum Verbrennen bringt. Uebrigens läßt sich leicht daraus erklären, warum das Verbrennen derselben vermittelst des Salpeters auch beym Ausschlusse aller Luft in verschlossenen Gefäßen Statt haben kann. In der überaus schnellen Verbreitung des Verbrennens durch die Masse des Schießpulvers im verschlossenen Raume; in der Menge von Stickgas und kohlensaurem Gas, die dabey so plötzlich erzeuget wird; in der über alle Berechnung großen Elasticität, welche dieses Gas durch die überaus große Menge des frey werdenden Feuers erhalten muß; und in der Expansivkraft des letztern im Augenblicke des Freywerdens ist der Grund der fürchterlich großen Kraft zu suchen, welche das Schießpulver ausübt, wenn es im verschlossenen Raume entzündet wird.

Die Menge von Luft, welche im Augenblicke der Entzündung des Pulvers erzeuget wird, setzt Robins im Zustande der Erkaltung auf den 224fachen Raum des Schießpulvers; er glaubet aber, daß durch die Hitze der Entzündung dieselbe eine 4 Mahl stärkere Elasticität erhalte, und sich daher in einem 976 Mahl oder beynahe 1000 Mahl größern Raum, als welchen das Schießpulver selbst einnimmt, aus-

zubehnen strebe. Der Graf von Saluce α) nimmt an, daß die aus dem Pulver entwickelte Luft sich in einen 222 Mahl größern Raum ausbreite, als das Pulver. Aus einem Versuche mit der elektrischen Pistole, wo die Knallluft abbrennte, ohne daß die Pistole losging, der Raum der Knallluft aber bis über die Hälfte vermindert ward, schließt Ingenhouß, durch die Entzündung gehe wenigstens die Hälfte der Luftarten verloren; daher lasse sich die Menge im ersten Augenblicke auf den 2000fachen Raum des Schießpulvers annehmen; denn nach den Versuchen des Fontana könne man aus so viel Salpeter und Kohlen, als in einem Cubikzolle Schießpulver befindlich sind, 552 Cubikzoll dephlogistisirte Luft und 17 Cubikzoll Gas aus den Kohlen erhalten, welches bey vierfacher Ausdehnung der Hitze 2208 + 68 = 2276 Cubikzoll Gas aus 1 Cubikzoll Pulver gebe. Noch andere setzen den Raum der aus dem Pulver entwickelten und durch Hitze ausgedehnten Luft auf 5000 Mahl größer, als den Raum, welchen das Schießpulver annimmt. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die Ausdehnung der beym Abbrennen des Pulvers sich erzeugenden Gasarten wegen der überaus großen Menge des frey werdenden Wärmestoffs noch weit größer als hier angenommen ist, und diese ist vollkommen hinreichend, die erstaunende Gewalt des Schießpulvers zu erklären. Auch haben Robins und andere die Theorie der Geschütze hierauf sehr gut gegründet, ob ihnen gleich die wahre Beschaffenheit von der Entwickelung der aus dem Pulver erzeugten Gasarten noch nicht bekannt war. Ein gewisser Mathey in Turin hat eine Windbüchse erfunden, welche dadurch geladen wird, daß man in ihrer Kammer zwey Unzen Schießpulver abbrennt. Die aus dem Pulver erzeugten Gasarten sind hinreichend, 18 Schüsse auf 60 Fuß weit zu thun. Diese Büchse wird von de la Condamine β) und Antoni γ) beschrieben.

M.

α) Miscellanea philos. math. societat. priv. Taurin. p. 105.

β) Extrait d'un journal de voyage d'Italie. mémoir. de Paris 1757. p. 405.

γ) Examen de la poudre, traduit par le Vicomte *de Flavigny*. Paris 1773. 8.

M. s. Macquer chemisches Wörterbuch, Artik. Schießpulver. Neue Grundsätze der Artillerie, aus dem Engl. des Herrn Benjamin Robins, mit Anmerk. von Bernhard Euler. Berlin 1745. 8. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Halle 1794. 8 dessen Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. §. 1033 f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 151 f.

Schild des Elektrophors s. Elektrophor.

Schimmeln vegetabilischer Stoffe s. Fäulniß.

Schlacken s. Verglasung.

Schlag, elektrischer, elektrische Erschütterung (explosio electrica, concussio s. commotio electrica, explosion ou commotion électrique). Wenn die beyden Elektricitäten eines geladenen Körpers durch eine leitende Verbindung so vereiniget werden, daß sie wenigstens noch an einer Stelle unterbrochen bleibt, so entstehet bey der Entladung oder dem Uebergange beyder Elektricitäten an dieser Stelle eine starke Explosion, wobey sich ein lebhafter Funke zeiget, und eben diese Explosion heißt der elektrische Schlag. Die Gewalt, das Licht und der Schall sind beym elektrischen Schlage weit stärker als bey dem Funken, welcher aus einem bloß einfach elektrisirten Körper gezogen wird. Entladet man den geladenen elektrischen Körper durch einen lebenden thierischen Körper oder durch einen Theil desselben, so verursachet diese Entladung eine plötzliche Zusammenziehung der Muskeln, durch welche sie ihren Weg nimmt, und eine unangenehme Empfindung, um deren Willen man die Entladung überhaupt den elektrischen Schlag genennt hat.

Was die Ladung und Entladung elektrischer Körper betrifft, so ist hiervon bereits unter den Artikeln, Flasche, geladene, Quadrat, elektrisches, Batterie, elektrische, hinlänglich geredet worden. Im gegenwärtigen Artikel ist also nur noch das nöthigste von den Wirkungen des elektrischen Schlages selbst anzuführen.

Will man die beyden Seiten einer geladenen Flasche oder einer geladenen Platte durch einen vollkommenen Leiter, z. B. durch einen gewöhnlichen Auslader, mit einander vereinigen, so ist es nicht möglich, die beyden Enden des Leiters zugleich in unmittelbare Berührung mit den beyden Seiten des geladenen Körpers zu bringen. Denn man muß doch mit beyden Enden des Ausladers gegen beyde Belegungen, oder, wenn das eine bereits an die eine Belegung gesetzet worden, mit dem andern gegen die andere Belegung zufahren. Während dieses Hinfahrens findet ein Augenblick Statt, in welchem das Ende der Verbindung von der Belegung gerade so weit entfernet ist, als zur Entstehung des Schlages erfordert wird, welche Entfernung die **Schlagweite** heißt. In diesem Augenblicke erfolget der Schlag, indem nun beyde Elektricitäten, die sich vorher gebunden hatten, durch die leitende Verbindung frey werden, und sich in das natürliche Gleichgewicht zu versetzen suchen. Diese leitende Verbindung ist also im Augenblicke der Entstehung des Schlages immer noch unterbrochen, weil die Elektricität der einen Belegung die Luft durchbricht, und in den Leiter übergeht. Daher ist auch in der Erklärung des elektrischen Schlages die Bestimmung, daß die leitende Verbindung wenigstens an einer Stelle unterbrochen bleibt, nothwendig.

Wäre die leitende Verbindung an mehreren Stellen unterbrochen, so ist der Erfolg dieser, daß bey jeder Unterbrechung ein Schlag entstehet, nur müssen, wie kaum zu erinnern nöthig ist, die Theile der Verbindung so nahe an einander seyn, daß wirklich ein Durchbruch der Elektricität durch das nicht leitende Zwischenmittel erfolgen kann. Daher kommt es, daß im Dunkeln die Gelenke einer Kette, welche einen Theil der leitenden Verbindung ausmacht, leuchten, und das Getöse, welches man oft bey Schlägen durch stark unterbrochener Verbindungen hört, gleicht bisweilen einer Menge nach einander folgender Laute oder einem Rasseln.

Es fühlet daher auch der menschliche Körper die Erschütterung vornehmlich an denjenigen Stellen, wo die Verbindungen

dungen seiner leitenden Theile unterbrochen oder unvollkommen ist, als z. B. auf der Brust und in den Gelenken. Werden in die leitende Verbindung Körper gebracht, die schlecht leiten, und deren Struktur faserícht ist, wie z. B. ein Ey, eine elfenbeinerne Kugel, so entstehen durch einen starken Schlag, den man durch sie gehen läßt, so viele Funken zwischen den Theilen, daß sie im Dunkeln leuchtend und durchsichtig scheinen.

Weil sich beyde Elektricitäten eines geladenen elektrischen Körpers binden, so kann auch der Wirkungskreis von keiner derselben so weit gehen, als bey der einfachen Elektricität eines isolirten Leiters. Daher ist die Schlagweite eines geladenen Körpers immer nur gering, und die Funken sind weit kürzer, hingegen aber weit dichter, heftiger und mit einem stärkern Schalle verbunden, weil die geladenen Körper weit mehr Elektricität enthalten, als einfache isolirte Leiter. Daher rühret der so merkwürdige Unterschied zwischen der verstärkten und der einfachen Elektricität.

Der elektrische Schlag durchläuft die weitesten Verbindungskreise dem Scheine nach in einem Augenblicke. Versuche hiervon findet man unter dem Artikel, Flasche, geladene. Indessen gibt man doch auch einige Versuche an, welche anzuzeigen scheinen, daß die Entladungen durch Schläge doch eine kleine Zeit erfordern. So bemerket Adams *), daß es seine völlige Gewißheit habe, beyde Seiten einer geladenen Flasche selbst durch die besten Leiter so schnell zu berühren, daß nicht alle Elektricität Zeit habe, den Umlauf zu machen, und die Flasche nur halb entladen werde; auch gebe es Beyspiele, wo die Bewegung sichtbar langsam sey, wenn man z. B. die Entladung so veranstalte, daß der Schlag über die Oberfläche des Wassers oder vom rohen Fleisch gehen muß.

Werden den beyden Seiten eines geladenen Körpers mehrere leitende Verbindungen dargeboten, so nimmt der Schlag

*) Versuch über die Elektricität. A. d. Engl. Leipz. 1785. 8. S. 99.

Schlag seinen Weg durch diejenige Verbindung, wo er den wenigsten Widerstand findet. Bey der Stärke des Widerstandes aber kömmt es nicht allein auf die Länge des Weges, durch welchen der Schlag gehen soll, sondern auch auf die Vollkommenheit der Leiter und derselben Verbindung an. Daher nimmt der Schlag nicht alle Mahl den kürzesten Weg, wenn er einen längern, aber durch bessere Leiter verbundenen, findet. Nimmt man z. B. eine Kette in beyde Hände, und faßt die geladene Flasche so, daß die äußere Belegung und der Knopf von den Händen und der Kette zugleich berühret werden, so geht der Schlag durch die Person, wenn die Kette schlaff hängt; dagegen fühlt die Person nichts oder nur wenig, wenn die Kette straff angezogen wird, weil alsdann die genauere Berührung ihrer Gelenke eine vollkommenere leitende Verbindung ausmacht. Nimmt man außer der Kette noch einen Draht in die Hände, so geht der Schlag durch diesen, die Person fühlet nichts, und die Kette leuchtet im Dunkeln nicht. Auch der Blitz wählet beständig den Weg der vollkommensten Leiter. M. s. Blitz. Der Widerstand aber ist überhaupt an denjenigen Stellen größer, wo die Leiter, welche den Uebergang machen, einander nicht genau berühren, und noch größer, wenn der Uebergang durch Leiter von verschiedener Beschaffenheit geht, und die Elektricität aus einem bessern Leiter in einen unvollkommenern dringen soll. Wird der Uebergang nur ein wenig durch Wasser unterbrochen, obgleich dieses auch ein Leiter ist, so schlägt beym Ausladen ein Funken in dasselbe, welcher allezeit das Wasser in Bewegung setzt, und oft das Gefäß, in welchem es enthalten ist, zerbricht.

Sonst richtet sich die Stärke des Schlages nach der Größe der geladenen Oberfläche, und nach der Stärke ihrer Ladung. Es läßt sich daher diese Stärke nach Willkühr vergrößern, wenn man die Größe des belegten Glases vermehret und hinreichende Mittel zur stärkern Ladung anwendet. Daher sind die so genannten Batterien entstanden, welche Schläge von außerordentlicher Stärke geben.

Die Stärke und der Schall des elektrischen Schlages leiden nicht durch Krümmungen des Leiters, durch welche er geht, wohl aber werden sie durch die Länge des Leiters merklich geschwächt; wenn also der Uebergang oder die Verbindung beyder Seiten einer geladenen Flasche durch eine einzige Person gemacht wird, so ist der Schlag stärker, als wenn dieser Weg durch mehrere Personen gehet, die einander bey den Händen halten. In dem letztern Falle fühlen diejenigen Personen den Schlag am stärksten, welche den geladenen Körper unmittelbar berühren, die in der Mitte der Verbindung stehenden aber nur wenig, und unter gewissen Umständen oft gar nicht.

Ein heftiger Schlag, den man durch ein Thier oder eine Pflanze gehen läßt, kann so wohl das Thier, als auch das Leben der Pflanze tödten. Priestley tödtete eine Ratze durch den Schlag von 6 Quadratfuß Belegung, Katzen durch 33 bis 38 Quadratfuß; ein Hund ward blind durch einen auf den Kopf gerichteten Schlag aus 62 Quadratfuß belegter Fläche. Frösche konnten die stärksten Schläge ohne Verlust ihres Lebens aushalten. Beccaria *) ließ einen Schlag durch den abgelöseten Bauch eines Muskels vom Schenkel eines lebenden Hahnes gehen, indem die Enden des Muskels in ihren gehörigen Insertionen sitzen blieben. So wie der Schlag erfolgte, ward der Schenkel gewaltsam ausgestreckt, und der Muskel schwoll an, so daß die Ausdehnung an der Sehne anfing, und der Ausbreitung eines Fächers glich. Auch hat der Herr van Marum β) Versuche mit einer Batterie von 550 Quadratfuß Belegung angestellet, um die Wirkungen des elektrischen Schlages auf die Reitzbarkeit des thierischen Körpers zu erforschen. Er wählte hierzu Aale, welche einen so hohen Grad von Reitzbarkeit besitzen, daß sie nach abgeschnittenem Kopfe mehrere Stunden sich noch bewegen. Ließ er den elektrischen Schlag durch die ganze Länge eines

*) Lettere dell' elettricismo. p. 129.

β) Journal de phys. Tom. XXXVIII. Janv. 1791. in Grens Journal der Physik. B. VI. S. 37.

eines halben Fußes langen Aales gehen, so ward er augenblicklich getödtet, so daß er gar keine Bewegung mehr machte, und seine Reitzbarkeit völlig dahin war. Ließ er aber den Schlag bald durch den Kopf, bald durch den Schwanz, bald in der Mitte eintreten und nur durch einen Theil des Körpers gehen, so hörte auch bloß in demjenigen Theile des Aales, durch welchen der Schlag ging, die Reitzbarkeit der Muskelfaser auf; der übrige Theil aber behielt sie vollkommen. Hiermit stimmten die Versuche an Kaninchen mit der Entladung von 30 Quadratfuß belegter Fläche völlig überein. Diese Versuche beweisen also, daß der hinlänglich starke elektrische Schlag in allen thierischen Körpern die Reitzbarkeit der Muskelfasern zerstöre. Daraus erkläret sich die Ursache des Todes der vom Blitz Erschlagenen, da der Blitz in den äußern Theilen bloß die Muskeln, die er trifft, paralytisch macht.

Die nämliche Wirkung erfuhr der Herr von Marum *) auch bey den Pflanzen. Eine ganz schwache Ladung, welche durch einen Zweig der euphorbia lathyris Linn. ging, vernichtete alle Zusammenziehungen der Gefäße so, daß man nachher nicht das geringste mehr von dem Milchsafte ausfließen sah, welchen sonst die Pflanze, wenn sie verwundet wird, so häufig von sich gibt.

Wird der Weg des Schlages durch einen oder mehrere elektrische Körper oder sehr unvollkommene Leiter von mäßiger Dicke unterbrochen, so zerschlägt er dieselben, und zerstreuet ihre Stücken bisweilen nach allen Richtungen und auf eine solche Art, als ob die Kraft aus dem Mittelpunkte eines jeden dieser dazwischen gesetzten Körper gekommen wäre. Bringt man dicht an die äußere Belegung einer geladenen Flasche ein Kartenblatt, setzt den Knopf eines Ausladers daran, und fährt mit dem andern Knopfe desselben an den Knopf der Flasche, so entladet sich die Flasche durch das Kartenblatt, und schlägt durch selbiges ein Loch, oder auch wohl mehrere

*) Brief des Herrn van Marum an Herrn Ingenhouß in Grens Journal der Phys. B. IV. S. 368.

mehrere Löcher. Auf solche Art kann man durch eine stark geladene Batterie mehrere Blätter, und ganze Spiele Karten oder Bücher Pappier durchbohren. Das Loch in jedem Blatte hat auf beyden Seiten einen erhabenen Rand oder Wulst, gerade als ob sich die Explosion aus dem Innern des Blattes nach allen Richtungen verbreitete. Dünne Glas- Harz- und Siegellackplatten werden auf diese Weise durch den Schlag in viele Stücken zerbrochen, und aus einander geworfen.

Ein starker Schlag durch ein dünnes Stück Metall macht dasselbe augenblicklich glühend, schmelzt es, und verwandelt es, wofern die Schmelzung vollkommen von Statten gehet, in Kügelchen von verschiedener Größe. Durch eine Batterie von 30 Quadratfuß Belegung wird ein Draht, welcher etwa $\frac{1}{50}$ Zoll dick und 2 Fuß lang ist, zu kleinen glühenden Kügelchen geschmolzen, wenn man diesen Draht mit dem einen Ende an den Haken der äußern Seite der Batterie, mit dem andern aber an den Auslader befestiget, und so den Schlag hindurchführet. Dabey sprüht der Draht häufige Funken um sich, und wird bey noch größerer Wirkung der Batterie gänzlich zerstreuet. Ist der Draht durch Gewichte gespannt, so wird er durch einen Schlag, der gerade hinreicht, ihn glühend zu machen, beträchtlich verlängert.

Wird das Metall zwischen zwey Stücken Glas eingeschlossen, so treibt der Schlag das geschmolzene Metall in das Glas, und vereiniget es so fest mit demselben, daß man es nachher nie wieder davon abbringen kann, ohne einen Theil des Glases mit hinweg zu nehmen. Man bringt nämlich Goldblättchen zwischen zwey Stückchen Fensterglas, welche aber 3 Zoll lang und $\frac{1}{2}$ Zoll breit sind, preßt die letzten zwischen die Bretter der kleinen Presse beym allgemeinen Auslader, und entladet eine starke Flasche durch die Goldblättchen, welche deßwegen auf beyden Seiten vor dem Glase ein wenig vorgehen müssen. Bey diesen Versuchen brechen mehrentheils die Gläser in Stücken.

Starke Stücken Glas, ohne dazwischen gelegtes Metall mit Gewichten beschweret, werden durch einen Schlag, den man über einen kleinen Theil ihrer Oberfläche gehen läßt, entweder zerbrochen, oder mit den lebhaftesten prismatischen Farben bezeichnet. Der gefärbte Fleck besteht aus dünnen Blättern oder Schuppen, welche zum Theil von der Oberfläche des Glases abgetrennt sind, und nimmt gemeiniglich einen Raum von ungefähr einen Zoll in die Länge, und ½ Zoll in die Breite ein.

Läßt man einen mäßigen Schlag aus einer Batterie zwischen zwey nahe an einander liegenden Oberflächen von polirten Metallen gehen, so werden dieselben mit einem sehr schönen Fleck bezeichnet. Es bestehet dieser Fleck aus einem Mittelpunkt und einigen concentrischen Kreisen, welche Cavallo Zauberringe oder Herenringe nennt. In England hat man sie mit den Herencirkeln verglichen, die man bisweilen auf Grasplätzen findet, und dem Einschlagen des Blitzes zuschreibet, wiewohl sie einige lieber von Pilzen und Erdschwämmen ableiten wollen. Wenn man den Schlag der Batterie zu wiederhohlten Mahlen aus einem spitzigen Körper, z. B. einer Nadel, auf die glatte Oberfläche eines Stücks Metall, welches nahe an der Spitze liegt, oder auch aus der Oberfläche des Metalls in die Spitze gehen läßt, so wird das Metall mit einem bunten Fleck bezeichnet, welcher aus Ringen zusammengesetzet ist, welche die prismatischen Farben zeigen, und aus Schuppen oder dünnen Blättchen von Metall bestehen, welche die Gewalt des Schlages losgerissen hat. Auch die Spitze der Nadel erhält bis auf eine gewisse Entfernung Farben.

Ueber die Schmelzung, Verkalkung und Reduktion der Metallkalke hat man durch elektrische Schläge starker Batterien sehr häufige Versuche angestellet. Nach den Versuchen des Herrn van Marum mit einer Batterie von 225 Quadratfuß Belegung scheint zu folgen, daß sich die Schmelzbarkeit der Metalle durch die Elektricität gar nicht, wie die Schmelzbarkeit derselben durchs gewöhnliche Kohlenfeuer verhalte.

halte. Aus diesen Versuchen ergab sich folgendes: daß das Bley zur Verfertigung eines Blitzableiters das schlechteste Metall, Kupfer hingegen hierzu am geschicktesten sey; daß sich zwischen den Längen und Durchmessern der Drahte, welche durch den elektrischen Schlag geschmolzen werden konnten, kein Verhältniß bestimmen ließ; daß Eisen, Zinn und Kupfer zu Kügelchen geschmolzen wurden, dieß aber bey den andern Metallen nicht der Fall war; daß die metallenen Kügelchen auf 30 Fuß weit und darüber weggeworfen wurden; daß die Zinnkügelchen etwa 8 bis 10 Sekunden roth glüheten; und daß die Drähte, wenn sie sehr lang waren, nur theilweise geschmolzen wurden.

In Rücksicht der Verkalkungen und der Wiederherstellungen der Metalle ist bey den erstern die nämliche Verminderung der reinen Luft, und bey den letztern die nämliche Erzeugung der Luftarten bemerket worden, welche bey der Behandlung dieser Körper durch das Feuer Statt findet. Im luftleeren Raume und in Gasarten, welche der Verkalkung der Metalle nicht günstig sind, werden die Metalle zuweilen in einen Dampf aufgelöset, ohne sich zu verkalken. Dieses ist in allen Luftarten, selbst die Lebensluft nicht ausgenommen, der Fall beym Golde, beym Silber und bey der Platina gewesen, obgleich der Staub des erstern purpurroth, des zweyten dunkelgrün oder olivenfarbig, und der dritten lichtbraun aussah. Verschluckung der Lebensluft ward bey diesen Entfärbungen nicht wahrgenommen; mithin war es keine Verkalkung im gewöhnlichen Sinne des Wortes, keine Säurung nach dem System der Antiphlogistiker. Eine solche feine Zertheilung des Silbers hatte Macquer nach einer 20mahligen Schmelzung desselben im heftigsten Feuer oder im Brennpunkte eines großen Brennspiegels bewirket. Durch den elektrischen Schlag wird eine solche in einem Augenblicke gemittelt. Ueberdieß will der Herr van Marum die Verkalkung der Metalle in nitröser und sogar inflammabler Luft durch den elektrischen Schlag bewirket haben. Auch unter dem Wasser brachte er die Verkalkung des Bleyes und Eisens

zu Stande, wobey sich der Kalk wie eine Wolke erhob und einige Luftblasen aus dem Wasser aufstiegen, die er brennbar fand. Diesen letzten Versuch erkläret er nach dem antiphlogistischen Systeme, und nimmt zugleich daher einen Beweis, daß das Wasser aus Lebensluft und brennbarer Luft bestehe. Versuche über die Wiederherstellungen der Metallkalke haben **Beccaria** α), der Graf **von Milly** β) und **van Marum** angestellt. **Beccaria** ließ den Schlag zwischen zwey Stücken Metallkalk hindurchgehen, und stellte auf diese Art Zink wieder her, und revisicirte Quecksilber aus Zinnober. **Van Marum** brachte den Metallkalk zwischen zwey Glastafeln, und ließ den elektrischen Schlag über ihn gehen. Auf diese Weise wurden die Kalke so ganz wiederhergestellet, daß sie mehrere Körner von Metall bildeten, welche man leicht mit den bloßen Augen unterscheiden, und von dem übrigen absondern konnte. Auch versuchte der Herr **van Marum** den elektrischen Schlag auf die verschiedenen Luftarten. Die gemeine Luft wurde dadurch jederzeit phlogistisiret. — Bey allen diesen Versuchen bleibt noch viel unerklärt zurück. Nach Herrn **Lichtenbergs** Bemerkung hat man sich bey manchen äußerst feinen Versuchen für übereilte Schlüsse zu hüten; bey dem Prozesse der Verkalkung und der Wiederherstellung der Metalle insbesondere aber, meinet er, scheine Feuer und Elektricität immer zusammen zu wirken. Man solle daher über das chemische Verhalten der Elektricität mehrere Rücksicht nehmen, als bisher selbst in dem neuern Systeme der Chemie geschehen sey.

Starke elektrische Schläge können den Magnetnadeln nicht allein ihre Kraft rauben, sondern auch einer unmagnetischen Nadel die magnetische Eigenschaft mittheilen. Nach den Versuchen des Herrn **van Marum** ist dabey besonders folgendes zu bemerken: legt man eine schwach magnetische Nadel mit ihrem Nordpol nach Süden, und den Südpol nach Norden, so werden die Pole geschwächt, und meistentheils

α) Lettere dell' elettricismo p. 282.

β) *Rozier* journal de physique 1774. Août p. 146. Decemb. p. 444.

theils umgekehrt; läßt man aber die Entladung durch eine senkrecht gestellte Nadel von geringer magnetischer Kraft gehen, an der der Nordpol nach oben zu gekehret ist, so werden die Pole ebenfalls umgekehret; unmagnetische Nadeln oder Stäbe, die man in den magnetischen Aequator stellet, nehmen keine oder durch einen sehr starken Schlag nur eine schwache magnetische Kraft an; durch eine aus einer Uhrfeder verfertigte Nadel, zwischen zwey Kupferdrähten in den magnetischen Meridian gestellt, ließ er den elektrischen Schlag in der Breite der Nadel durchgehen; der Erfolg hiervon war, daß sie an ihren Enden eine stärkere Polarität angenommen hatte, als man bey den übrigen Versuchen einer ähnlichen Nadel hätte mittheilen können, und zwar war das gegen Westen gekehrte Ende der Nordpol, das andere aber der Südpol. Aus diesen und noch mehreren angestellten Versuchen läßt sich aber auf die Identität der Elektricität und des Magnetismus gar kein Schluß machen, sondern es erhellet nur so viel, daß die elektrische Entladung auf Hervorbringung und Vernichtung der magnetischen Kraft denselben Einfluß habe, als andere Ursachen, die in dem Stahle eine gewisse Erschütterung hervorbringen.

Auch entzündet der elektrische Schlag entzündbare Körper. So wird durch selbigen das Schießpulver sehr leicht entzündet, wenn es in kleinen Patronen oder in Röhrchen von Federkiel eingeschlossen, und in jedes Ende der Patrone ein Draht gestecket, so daß die Enden inwendig 1 Zoll weit von einander abstehen, und dann eine geladene Flasche durch die Drähte entladen wird. Noch leichter entzündet sich das Pulver, wenn man Stahlfeile darunter mischt.

Ladet man eine Batterie so aus, daß man die Enden zweyer Leiter, wovon einer mit der inwendigen, der andere mit der auswendigen Seite der Batterie in Verbindung stehet, gänzlich oder nahe an die Oberfläche einiger leitenden Materien z. B. des Wassers, rohen Fleisches u. s. w. bringt, so wird man bemerken, daß die Elektricitäten, statt in diese Materien einzudringen, an ihrer Oberfläche hingehen, und

in Gestalt eines abgesonderten leuchtenden Körpers von einem Leiter zum andern herüberfahren. Bisweilen zieht die Elektricität sogar einen längern Weg über die Oberfläche vor, wenn sie einen kürzern durch den Körper selbst nehmen könnte. In diesem Falle erschüttert die Elektricität alle Mahl den Körper, über dessen Oberfläche sie hingehet. Bringt man die Enden der leitenden Drähte unter Wasser in verschlossenen oder offenen Gefäßen, so zeigt sich das Licht auch unter dem Wasser und zersprengt die Gefäße von Glas mit großer Gewalt, wofern der Schlag nicht zu schwach war.

Bey dem medicinischen Gebrauche sind in den meisten Krankheiten die elektrischen Schläge gänzlich zu vermeiden. Sonst gebrauchte man sie hierbey sehr häufig, man hat aber dadurch der guten Sache mehr geschadet, als Nutzen gestiftet, so daß selbst noch jetzt mehrere ausübende Aerzte von der Anwendung der Elektricität zur Heilung des menschlichen Körpers entweder gar nichts oder wenig halten. M. s. Elektricität, medicinische.

M. s. Priestley Geschichte der Elektricität, durch Krünitz, an verschied. Stellen. Cavallo vollständige Abhandl. der Lehre von der Elektricität. 2 Bände. Leipzig 1797. 8. an mehrern Stellen. Eerste Vervolg der Proefneemingen, gedaan met Teylers Elektrizeermachine door *Martinus van Marum.* Haarl. 1787. 4. (deutsch 1788. in Leipzig); tweede Vervolg der Proefneemingen etc. Haarl. 1795. 4. (deutsch 1798. 4. Leipz.)

Schlagweite s. Funken, elektrischer, Schlag, elektrischer.

Schleim s. Pflanzen.

Schleimsaures, brenzliches, brandige Schleimsäure, Schrickels Zuckersäure (acidum pyro-mucosum, acide pyro-muquieux). Aus dem Pflanzenschleime, Zucker, Gummi, der Stärke u. s. f. gewinnt man mittelst trockener Destillation außer einer Menge von kohlensaurem und brennbarem Gas auch einen sauren Geist, welchen Johann

hann Friedrich Schrickel *) zuerst aus dem Zucker darstellte. Nach dem neuern Systeme ist sie eine unvollkommene Säure, welche eine gelblich rothe Farbe besitzet. Sie löset Laugensalze, Erden, ja sogar das Gold auf. Auch Silber, Quecksilber, Bley, Kupfer und Zinn werden darin aufgelöset. Ihr specifisches Gewicht ist = 1,0115. Durch Rektifikation kann ihr zum Theil die Farbe genommen werden. Die Haut färbt sie mit gelben Flecken, welche nicht anders als mit der Oberhaut selbst sich verlieren. Wird sie mit Salpetersäure behandelt, so verwandelt sie sich theils in Sauerkleesäure theils in Aepfelsäure. Die Verbindungen dieser Säure mit den Laugensalzen und Erden werden in dem neuern Systeme Pyromucites genannt. Herr Gren hält diese Säure für keine eigenthümliche Säure, sondern für ein Gemisch aus Essigsäure, Sauerklee- und Weinsteinsäure, deren Verhältnisse nach der Stärke des Feuers bey der Destillation veränderlich sind.

Schloßen s. Hagel.

Schmelzung, Fluß (fusio, fluxus, fusion, flux) ist der durch Feuer oder Wärme bewirkte Uebergang eines Körpers aus dem festen Zustande in den flüssigen. Der Schmelzung ist entgegengesetzet das Gestehen oder Gefrieren. M. s. Gefrieren.

Alle bekannte Erfahrung lehret, daß das Schmelzen der festen Körper durch Wärme oder Feuer bewirket werde. Es wird nämlich hierdurch der Zusammenhang der Theile fester Körper endlich ganz aufgehoben, so daß nunmehr der kleinste Theil in der geschmolzenen Masse eben so beweglich ist wie im leeren Raume. Ferner lehret auch die Erfahrung, daß verschiedene feste Körper zu ihrer Schmelzung auch gar sehr verschiedene Grade der Wärme erfordern. Wird ein solcher Wärmegrad, welcher gerade zur Schmelzung des festen Körpers hinreichend ist, größer, so reißt alsdann die expansive Kraft des Wärmestoffs Theile des festen Körpers mit sich

 fort,

*) De salibus saccharinis vegetabilibus et sacchari albi vulgaris analysi, acidoque huius spiritus. Giess. 1776.

fort, oder verwandelt ihn zuletzt in Dampf, wobey jedoch der Wärmestoff mit den Theilen des Körpers mechanisch verbunden ist. Es kann endlich aber auch eine chemische Verbindung erfolgen, und in diesem Falle verwandeln sich selbst die festen Körper in permanent elastische Flüssigkeiten oder in luftförmige Stoffe. Nach neuern Versuchen des Herrn Lentin *) in Göttingen scheinet zu folgen, daß zur Schmelzung außer dem Wärmestoffe noch etwas anders nöthig sey. Er hat sich eigene Apparate erfunden, um Körper in einer jeden Luftart, besonders aber in reiner Luft, sehr hohen Wärmegraden auszusetzen, dergleichen zum Glühen, Schmelzen und Verkalken der Metalle nöthig sind. In einem solchen Apparate ward ½ Unze Bley in kleine Täfelchen geschnitten unter einem Glase mit reiner Luft erhitzt. Das Bley verlor den Glanz, änderte die Farbe und glühte endlich roth; die Stückchen behielten jedoch ihre Form ohne zu schmelzen, selbst da das Glas nunmehr an dieser Stelle weiß glühete. Nach Zulassung der atmosphärischen Luft schmolz das Bley sogleich. Ward das Bley gleich vorher in atmosphärischer, fixer und brennbarer Luft erhitzt, so erfolgte die Schmelzung, wie gewöhnlich, in kurzer Zeit. Das Verhalten anderer Metalle war eben so; der Spiesglanzkönig aber schmolz sehr bald in reiner Luft. Auch brachte er leichtflüssige Metallgemische, die schon geschmolzen waren, in reine Luft, in welchem Falle sie sogleich erstarrten, aber wieder flüssig wurden, als sie wieder in atmosphärische Luft kamen. Die Schmelzung des Eises ging sogar in reiner Luft langsamer von Statten, als in der atmosphärischen. Diesen Versuchen gemäß scheint also die reine Luft der Schmelzung überhaupt mehr hinderlich als beförderlich zu seyn, da doch sonst den allgemeinen Erfahrungen zufolge diese Luft als Mittel zur schnellern Schmelzung sehr häufig gebrauchet wird, und hierzu eigene Apparate sind vorgeschlagen worden. Sie scheinen ferner zu erweisen, als ob aus der atmosphärischen, fixen, inflammablen u. s. Luft

*) Ueber das Verhalten der Metalle, wenn sie in dephlogistisirter Luft der Wirkung des Feuers ausgesetzet werden. Götting. 1795. 8.

Luft etwas hinzukommen müsse, damit die Schmelzung der festen Körper erfolge. Allein diese Versuche bedürfen noch mehrerer Wiederhohlungen, ehe man berechtiget ist, von der schon allgemein anerkannten Erfahrung abzugehen, zumahl, da zugleich die Bemerkung beygefüget wird, daß der Versuch mit dem leichtflüssigen Metallgemisch ganz entgegengesetzet ausgefallen sey. Ueberhaupt scheinen auch andere Bemerkungen über diese Versuche *) sehr wahrscheinlich zu machen, daß bloß die Art, auf welche sie angestellet wurden, Erscheinungen veranlasset habe, welche Herr Lentin mit Unrecht als Kennzeichen einer nicht erfolgten Schmelzung ansah.

Auf dem bestimmten Wärmegrade, welchen ein fester Körper zum Flüssigwerden nöthig hat, beruhet die Eintheilung der Körper in leichtflüssige und strengflüssige oder schwerflüssige Körper. Unter allen Metallen ist das Quecksilber das leichtflüssigste, indem dieses bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre selbst, wenn sie sehr kalt ist, flüssig bleibt, und erst bey einer sehr großen Kälte fest wird. Andere Metalle, als Bley, Zinn, Wismuth sind bey der größten Wärme der Atmosphäre fest, schmelzen aber leicht, und bey einem geringern Wärmegrade, als zu ihrem Glühen nöthig ist; noch andere Metalle aber z. B. Silber, Gold, Kupfer, Eisen, Platina erfordern zum Schmelzen größere Grade der Hitze, bey welchen sie roth, ja sogar weiß glühen. Die Grade der Wärme, welche, nach der Angabe der Akademisten zu Dijon, zu ihrer Schmelzbarkeit erfordert werden, sind folgende:

Zinn erfordert	170°	nach	Reaumür
Bley —	230	—	—
Silber —	450	—	—
Gold —	563	—	—
Kupfer —	630	—	—
Eisen —	696	—	—

*) Grens neues Journal der Physik. B. II. S. 108 u. f.

Nach den Versuchen des Herrn Wedgwood α) sind folgende Wärmegrade zur Schmelzung der verschiedenen Metalle erforderlich:

Messing erfordert	3807°	nach Fahrenheit.
Schwedisch Kupfer erfordert	4587	— —
Feines Silber —	4717	— —
Feines Gold —	5237	— —
Gegossenes Eisen —	17977	— —

Das Schmelzen der leichtflüssigsten Materien nennt man auch das Zergehen, Zerlassen (liquefactio), wie z. B. das Zergehen der Butter, des Fettes u. dergl. Auch gibt es viele Körper, welche sich an freyer Luft in der Hitze zersetzen oder verbrennen, ehe sie schmelzen; einige Körper aber können durch keine Hitze, die wir jetzt hervorzubringen im Stande sind, in Fluß gebracht oder geschmolzen werden; man nennt sie daher feuerfest. Jedoch sind sie wohl deßwegen nicht absolut unschmelzbar zu nennen; denn alle können doch wenigstens durch Hülfe anderer, mit welchen sie sich chemisch vereinigen, zum Schmelzen gebracht werden; dahin gehören besonders die einfachen Erden. Es bleibt aber immer merkwürdig, daß solche Körper, welche an sich feuerfest, oder auch sehr strengflüssig sind, durch Vermengung mit einander leichter in Fluß gebracht werden können. So ist ein Gemeng von Thon und Kalk schmelzbar, und hierauf beruht der Gebrauch der so genannten Schmelzungsmittel, Flüsse, Zuschläge. M. s. Fluß. Die Vermischungen der Metalle mit einander schmelzen fast alle leichter als die einzelnen Metalle für sich. Zinn, Bley und Wismuth geben sehr leichtflüssige Mischungen, aus welchen auch die Schnellothe der Orgelbauer und Zinngießer bestehen. Nach Rose β) ist folgendes Gemisch auch schon im siedenden Wasser so flüssig, wie Quecksilber: 2 Theile Wismuth, 1 Theil Bley und 1 Theil Zinn; und nach d'Arcyt γ): 8 Theile Wismuth, 5 Theile Bley und drey Theile Zinn.

Die

α) Philos. transact. Vol. 74. Part II. S. 370.
β) Stralsund Magazin. B. II. S. 24.
γ) *Rozier observat. sur la phys. Tom. IX. p. 217.*

Die Schmelzung einiger Körper, wie z. B. das Eis und die meisten Metalle, erfolget plötzlich und auf ein Mahl; die einiger anderer Körper aber, wie z. B. die Fette und Harze, und unter den Metallen das Eisen, geschiehet nur nach und nach.

Nach dem Fahrenh. Thermometer werden Baumöl und Rüböl beym 38sten, Butter vom 74sten bis 88sten, Schweinfett vom 94sten bis 100ten, Rindstalg und Hirschtalg vom 104ten bis 106ten, Wachs beym 140sten, schwarzes Pech vom 160sten bis 186sten, eine Composition von Bley und Wismuth beym 283sten, eine von gleichen Theilen Bley und Wismuth beym 334sten flüssig. Die bestimmten Wärmegrade überhaupt, welche zur Schmelzung der verschiedenen Substanzen erfordert werden, lassen sich durch Hülfe des Quecksilberthermometers nicht weiter als bis zum 600ten Grade messen; denn alsdann fängt das Quecksilber zu sieden an, und kann daher kein Wärmemaß mehr abgeben. Um nun noch höhere Wärmegrade zu bestimmen, dienen die Pyrometer oder Metallthermometer, welche aber keine völlig zuverlässigen Resultate gewähren. So sind die angeführten Bestimmungen der Wärmegrade in Ansehung der Schmelzung der verschiedenen Metalle vermittelst des Pyrometers von Herrn Wedgwood gefunden worden. Es läßt sich daraus einsehen, daß die Angaben der zur Schmelzung der feuerbeständigen Metalle nöthigen Wärmegrade von verschiedenen Schriftstellern verschieden ausfallen mußten.

Der Köper, der wirklich im Schmelzen begriffen ist, ändert seine fühlbare Wärme nicht, indem die zur Bewirkung der Flüssigkeit nöthige Wärme verwendet wird, und daher nicht noch ein Mahl aufs Gefühl oder aufs Thermometer wirken kann. Hierauf beruhet es, warum man sich der Temperatur des schmelzenden Eises bedienet, um einen festen Punkt bey der Bestimmung der Wärmegrade zu haben.

Von dem wahren Schmelzen muß man das Flüssigwerden mancher Salzkrystalle z. B. des Alauns, Vitriols, in der Hitze unterscheiden, welches seinen Grund in den wäs-

serichten Theilen desselben hat, welche in größerer Hitze das Salz auflösen, ungeachtet sie es in geringerer nicht können, und nach deren Verlust das Salz in der Hitze auch wieder fest wird.

M. s. Gren Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 569 u. f.

Schmelzungsmittel s. Fluß.

Schnee (nix, neige). Der Schnee besteht aus gefrornen Wassertheilchen, welche sich als Eisnadeln in lockerer und flockichter Gestalt in der Atmosphäre an einander legen, und beym Herabfallen den Erdboden mit einer lockeren weißen Masse bedecken. Wenn die in der Atmosphäre zersetzten Wasserdämpfe so viel von ihrem Wärmestoffe verlieren, daß sie fest werden können, so krystalliren sich die kleinen Wassertröpschen zu kleinen Eisnadeln, welche sich an einander hängen und Flocken bilden, die eben den Schnee ausmachen.

Was die Gestalt des Schnees betrifft, so ist diese verschieden. Bey strenger Kälte sind die Flocken viel kleiner, als im entgegengesetzten Falle, wahrscheinlich, weil die Wassertröpschen, aus welchen die Eisnadeln entstehen, viel kleiner sind, schneller erkalten, und sich daher in geringerer Menge an einander hängen. Unter diesen Umständen fällt in den Nordländern bisweilen ein so feiner Schnee, den man den Staubschnee nennt. Dieser Staubschnee dringt durch die geringsten Spalten, macht die nächsten Gegenstände unsichtbar, greift die Augen sehr an, und scheint gleich über der Erdfläche zu entstehen, weil dabey oft die Sonne scheinet; bisweilen bedeckt er den Boden 4 bis 5 Fuß hoch, und ist so fein und trocken, daß man nicht darauf gehen kann.

Die gewöhnlichste Gestalt des Schnees ist sternförmig. Die dünnen Eisnadeln nämlich legen sich unter gewissen Winkeln an einander, und bilden auf solche Art gewöhnlich sechsspitzige Sterne, die besonders bey Windstille sehr regelmäßig sind. Dergleichen Sternchen hängen sich oft sehr viel an einander, und geben zu verschiedenen Gestalten des Schnees

Veran-

Veranlassung. Bisweilen sind die Nadeln dieser Sterne glatt, bisweilen aber sind auch mit andern kleinen Nadeln besetzet, so daß eine jede Nadel einem Pflanzenzweige gleichet. Ueberhaupt sind die Figuren, welche hieraus entstehen, unendlich mannigfaltig und in großer Menge von D. Hook [α]), Engelmann [β]), Nehemiah, Grew, Langwith, und Nettis [γ]), Guettard [δ]), Holmann [ε]) und andern beschrieben und abgebildet worden. Die merkwürdigsten davon gibt auch Musschenbroek [ζ]) an. Die Winkel, unter welchen die Nadeln der Sternchen gegen einander geneigt sind, machen 60° und 120°; ja selbst die kleinern Nadeln oder Aeste sitzen an den größern Nadeln unter Winkeln von dieser Größe. Sehr selten hat man Sterne von 12 Spitzen, oder Verbindung von Winkeln unter 30 Graden bemerket. Es ist gar nicht zu zweifeln, daß die so regelmäßige sternförmige Gestalt des Schnees schon in den ältesten Zeiten ist bemerket worden, nur hat man weiter keine Aufmerksamkeit darauf gerichtet. Der erste, welcher diesen regelmäßigen Bau anführet, war Kepler [η]).

Bey der Entstehung des Eises nimmt man ebenfalls das Bestreben nach Vereinigung unter Winkeln von 60° und 120° wahr. Daher ist wohl kein Zweifel, daß die Entstehung des Eises und des Schnees auf einerley Grunde beruhet. Das Gefrieren nämlich ist eine wahre Krystallisation, wobey der Uebergang aus dem flüssigen Zustande in den festen, wenn es nicht zu schnell erfolget, beständig mit einer regelmäßigen Gestalt verbunden ist. (M. s. Krystallisation. Th. III. S. 190 u. f.).

Die herabgefallene Schneemasse ist übrigens sehr locker, besonders wenn die gefallenen Flocken sehr groß sind. Nach Sedi-

α) Micrographia. p. 58.
β) Het regt gebrugk der natuur beschouwingen in een verhandeling de snewfiguren. Haarl. 1747.
γ) Philos. transact. num. 92. num. 376. und Vol. XXIX. Part. 2. p. 644.
δ) Memoir. de l'Acad. de Paris 1762.
ε) Comment. Goetting. Tom III. p. 24.
ζ) Introduct. ad philos. natural. Tom. II. Tab. LXI.
η) Strena s. de nive sexangula. Frf. 1611. 4. et in *Casp. Dornavii* amphitheatro sapientiae socraticae. p. 751.

Sedileau's α) Beobachtung gab eine 5 bis 6 Zoll hohe Schneelage von der Sonne geschmolzen nur 1 Zoll hoch Wasser; de la Hire β) bekam aus 12 Zoll hohem Schnee nur 1 Zoll hoch Wasser, und Musschenbroek führt einen zu Utrecht gefallenen Schnee an, welcher eine 24 Mahl geringere Dichtigkeit, als Wasser, hatte.

Bey anhaltender Kälte sinkt der gefallene Schnee immer dichter zusammen, dunstet stark aus, und verzehret sich dadurch allmählig immer mehr und mehr, wozu auch die Wirkung der Sonnenstrahlen beyträgt. In höhern Gegenden der Atmosphäre aber ist es beständig so kalt, daß nicht aller auf den Gipfeln der Berge herabgefallener Schnee, selbst in den heißesten Sommern, schmelzt, wiewohl ein großer Theil besonders in den Sommermonaten Wasser zur Unterhaltung der Bäche und Flüsse liefert. Daher gibt es eine beständige Schneegrenze, welche gegen die Pole zu immer niedriger wird, und zuletzt mit der Erdfläche selbst zusammenfällt. Auf den Alpen nimmt man wahr, daß der Schnee bey warmer Luft und bedecktem Himmel weit häufiger schmelzt, als durch unmittelbare Wirkung der Sonnenhitze, vermuthlich, weil der Schnee das Sonnenlicht stark zurückwirft, welches zugleich auch der Grund seiner blendenden Weiße ist.

Die Kälte dringt nie sehr tief in Schnee, daher auch selbiger zur Beschützung der Pflanzen bey sehr heftigen Frösten dienet. Vermöge der Beobachtungen, welche Guettard angestellet hat, bleibt der Schnee 4 Fuß tief unter seiner Oberfläche beständig bey der Temperatur des thauenden Eises.

Weil jederzeit, so oft sich Dämpfe in Wasser oder Schnee verwandeln, Wärme frey wird, so muß auch diese wieder auf die Atmosphäre wirken, und ihr eine größere empfindbare Wärme mittheilen; daher bemerket man auch in der Regel, daß die Temperatur der Luft wärmer wird, wenn es zu schneyen anfängt, als sie vorher war. Bey der gemeinen Sage, es könne vor Kälte nicht schneyen, wird Wirkung und Ursache

α) Mémoir. de l'Acad. des scienc. de Paris 1692.
β) Mémoir. de l'Acad. des scienc. de Paris 1712.

Ursache verwechselt. Daß nämlich die atmosphärische Luft vor dem Schneyen etwas wärmer wird, ist Wirkung nicht Ursache des Schnees.

Um die Entstehung des Schnees zu zeigen, hat man folgenden Versuch angeführet. Man löse im warmen Wasser so viel Salmiak auf, als selbiges nur auflösen kann. Diese Auflösung gießt man in ein tieses gläsernes Gefäß, welches vorher erwärmet worden ist. Nachher lasse man dieselbe an einer ruhigen Luft allmählig erkalten. Bald bilden sich an der Oberfläche kleine Krystalle; diese kleinen Krystalle sind specifisch schwerer als die Flüssigkeit, in welcher sie schwimmen, sie fallen daher langsam zu Boden; aber, indem sie fallen, werden sie merklich größer, und sie gelangen auf den Boden des Gefäßes in Gestalt zahlreicher und großer Flocken. Und, was sehr merkwürdig ist, diese Krystallisation fährt sehr schnell fort, in einer Flüssigkeit, welche nicht genug übersättiget ist, um sich von selbst zu krystallisiren. Ein entstandener Krystall determiniret sogleich die ganze Flüssigkeit zum Krystallisiren. Alles dieß, was nun hier erfolge, erfolge auch in der Luft, wenn es schneye. Wenn nämlich erst einige kleine Wassertropfen durch die Kälte krystallisiret worden sind, so habe die Krystallisation ihren Anfang genommen. Wenn nachher diese kleinen Krystallen, vermöge ihrer specifischen Schwere, zu fallen anfangen, so fahre die Krystallisation fort, und das übrige in der Luft enthaltene Wasser, welches sonst noch nicht würde krystallisiret seyn, krystallisire sich nunmehr, weil die Krystallisation ein Mahl angefangen habe.

Der Schnee fällt an manchen Orten sehr häufig und stark, wovon **Musschenbroek** mehrere Beyspiele anführet. Dergleichen erzählet auch **Maupertuis** von Lappland, und **Ellis** von Hudsonsbay, wo oft alles sehr verschneyet wird, daß man weder Wege noch Wohnungen der Menschen mehr wahrnimmt.

Oft rollen von den Gipfeln hoher Berge nach und nach ungeheure Schneebälle herab, die in Thälern schreckliche Verwüstun-

wüstungen anrichten. Die Alpenbewohner nennen sie **Lavinen**; sie verursachen ein donnerähnliches Krachen, verschütten ganze Fluren und Wohnungen, verstopfen den Lauf der Flüsse, und verheeren ganze Gegenden durch die darauf erfolgten Ueberschwemmungen.

Die Alten glaubten, es schneye auf dem Meere nicht; diese Meinung ist aber irrig, indem es sehr oft auf der Nordsee schneyet; indessen fällt der Schnee auf dem festen Lande häufiger, besonders in höher liegenden Gegenden. An niedrigern Stellen der Erde lehret die Erfahrung häufig, daß es daselbst regnet, wenn es auf den Bergen schneyet. M. s. **Regen**.

M. s. *Musschenbroek* introductio ad philosoph. naturalem. Tom. II. §. 2401 seq **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre durch **Lichtenberg**. Anmerk. zu §. 434 und §. 737. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795 8. S. 241 f.

Schnellkraft s. **Elasticität**.

Schnellwage (statera Romana, balance Romaine). Diesen Nahmen hat eine Wage erhalten, an welcher man mit einerley Gegengewichte Lasten von sehr verschiedenem Gewichte abwägen kann. Nach **Wallis** *) soll der Nahme Romana aus dem Orient herrühren, wo diese Wage noch häufig gebraucht wird. Dem Gegengewichte nämlich gibt man gemeiniglich die Gestalt eines Granatapfels, der bey den Arabern **Romman** heißt. Von den Arabern wird die Schnellwage noch jetzt **Rommana** genannt, und vermuthlich ist durch sie ihr Nahme und Gebrauch in den Occident gekommen. Bey der gemeinen Einrichtung der Schnellwage bleibt die Unterlage (fig. 55.) an einen ungleicharmigen physischen Hebel a b fest. Es wird nämlich alsdann das Moment des Gegengewichtes d desto größer, je weiter es von dem Ruhepunkte c auf dem längern Hebelsarme verschoben wird. M. s. **Hebel**. Es kann daher dieses Gewicht beständig schwereren in die Wagschaale e gelegten Gewichten das Gleichgewichte halten,

*) Mechanica in opp. Tom. I. p. 642.

ten, je mehr es gegen das Ende b hin geschoben wird. Hat der Wagebalken a c b eine solche Einrichtung, daß der lange Arm c b bey weggenommenen Gegengewicht mit dem kürzern Arme nebst Schaale und Zubehör das Gleichgewicht hält, so sagt man alsdann, es sey der lange Arm auf den kürzern äquirt. In diesem Falle ist also der Wagebalken im Schwerpunkte selbst unterstützet, und kann als mathematischer Hebel betrachtet werden; die Abtheilungen auf dem langen Arme c b werden alsdann der Entfernung a c gleich gemacht. Wäre also z. B. das Gleichgewicht d ein Pfund schwer, und hätte vom Ruhepunkte c eine Entfernung = 6. a c, so würde es mit einer 6 Pfund in die Schaale gelegten Last das Gleichgewicht halten. Fiele aber der Unterstützungspunkt mit dem Schwerpunkte nicht zusammen, so könnte man zwar die Abtheilungen auf dem längern Arme nach den Gesetzen des Hebels leicht bestimmen; allein in der Ausübung ist es sicherer, sie durch Versuche zu finden.

Eine andere Einrichtung der Schnellwage ist die, wo die Unterlage beweglich ist, das Gegengewicht d hingegen am Ende des Armes b befindlich ist. Eine dritte Einrichtung solcher Wagen, wo sich die abzuwägende Last verschieben ließ, würde in der Ausübung mit vielen Unbequemlichkeiten verbunden seyn.

Wenn große Lasten mit der Schnellwage gewogen werden sollen, so müssen der Wagebalken selbst, Zapfen, Scheere, Haken, Schaale und Ketten genugsame Stärke besitzen. Auch sind eigene Werkzeuge nöthig, die Lasten selbst in und aus der Schaale zu heben. Ja die ganze Wage, welche nach Proportion ihrer Größe selbst viele Centner schwer seyn kann, muß oft von der Stelle gerückt werden, wozu Werkzeuge und Einrichtungen nöthig sind, die auch sonst überall angebracht werden können, Lasten mit Vortheil zu bewegen. Wie alles dieß vortheilhaft zu bewerkstelligen sey, lehrt Leupold *), welcher auch zugleich die von ihm im Jahre 1718 zu

*) Theatrum Static. vniuers. Part. I. Leipz. 1726. Fol. Cap. 6.

zu Leipzig angelegte große Heuwage beschreibet, welche, mit drey verschiedenen Gewichten und zwey verschiedenen Aufhängpunkten für Last, von 3 bis 58 Centner wiegt, und auf ein halbes Pfund schon Ausschlag gibt. Geringere Lasten werden an den entferntesten Zapfen 14 Zoll weit vom Ruhepunkte, größere an den nähern nur 7 Zoll weit entfernten, gehangen; auch gebrauchet man bey geringen Lasten nur ein Gewicht, bey den größten alle drey. Hierdurch hat diese Wage die Fähigkeit erhalten, große Lasten sowohl, als auch kleine abzuwägen, ohne den Balken über 6 leipziger Fuß verlängern, oder das bewegliche Gewicht schwerer als $1\frac{1}{4}$ Centner machen zu dürfen. Am Balken befindet sich keine Zunge, durch seinen wagrechten Stand aber wird das Gleichgewicht angezeiget, indem eine auf dem Schieber des beweglichen Gewichtes aufgesetzte Bleywage selbiges angibt.

Schörl, elektrischer s. Turmalin.

Schraube (cochlea, vis). Es sey (fig. 56.) a b h g ein gerader Cylinder und g h ein Schnitt mit der Grundfläche a b in der Entfernung a g parallel; auf dieser Cylinderfläche sey eine krumme Linie a m n g nach diesem Gesetz gezeichnet, daß, wenn durch einen Punkt m derselben eine gerade Linie mit der Axe e f des Cylinders parallel gehet, und den Umfang der Cylinderfläche in p trifft, alle Mahl das Verhältniß a p : p m dem Verhältnisse des Umfanges der Grundfläche zur Höhe a g gleich sey. Diese krumme Linie heißt eine Schraubenlinie, und a g ist eines Schraubenganges Höhe, der Cylinder selbst wird die Spindel, und der Umfang seiner Grundfläche oder eines jeden mit der Grundfläche parallelen Schnittes der Umfang der Spindel genennt. Wird nun um die Spindel eine Erhöhung so geführet, wie es die Gestalt einer Schraubenlinie erfordert, so entstehet eine eigentlich so genannte Schraube (cochlea mas, cochlea exterior, vis mâle, vis exterieure). Besitzet ferner ein anderer Körper eine cylindrische Oeffnung von einer solchen Dicke, daß die Spindel genau darin passen würde; ist überdem auf der inwendigen Fläche dieser Oeffnung eine Vertie-

fung gleichfalls in der Gestalt der Schraubenlinie so eingeschnitten, daß jene erhabene um die Spindel geführte Schraubengänge genau in diese Vertiefung passen, so heißt dieser hohle Cylinder mit seinem inwendigen Schraubengewinde die **Schraubenmutter** (cochlea foemina, cochlea interior, vis femelle, vis interieure, écrou).

Die Alten haben schon die Schraube unter die einfachen Potenzen der Mechanik gezählet, deren Gebrauch gewöhnlich dieser ist, daß die Schraubenspindel mit der Schraubenmutter von gleichen Abmessungen verbunden wird. Wenn alsdann eins von beyden, entweder die Schraube oder die Mutter, fest gehalten, und das andere umgedrehet wird, so verschieben sich beyder Gänge so an einander, daß dadurch der bewegliche Theil sich fortbewegen muß. Durch eine solche Einrichtung ist man vermögend, ungeheure Lasten mit vortheilhafter Anwendung der Kraft zu heben, widerstehende Körper fortzuschieben, sie an einander zu pressen u. s. f.

Wenn pt in der Ebene der Grundfläche der Spindel liegt, und ihre Peripherie in p berühret, so berühret die Ebene mpt die Cylinderfläche in der geraden Linie mp, und sie ist auf dem Halbmesser ep der Grundfläche senkrecht. Man nehme pt dem Bogen pa und pv dem Bogen pbla gleich, so ist tv dem Umfange der Spindel apbla gleich. Man ziehe ferner tm, und setze vx auf tv senkrecht, so hat man

$tp : pm = tv : vx$, oder

$ap : pm = apbla : vx$

mithin $vx = ag$, und tx ist eine Tangente des Schraubenganges. Man nehme die gerade Linie mr in der Ebene tvx auf der Tangente tx des Schraubenganges senkrecht, so ist sie zugleich auf dem Schraubengange in m senkrecht. Ferner ist der Winkel $rmp = 90^\circ - pmt = ptm$. Man stelle sich über der Schraubenlinie einen erhöheten Schraubengang und tvx als ein festes senkrecht stehendes Dreyeck vor, und auf dessen Hypothenuse der Schraubengang in m ruhet. Oben auf der Spindel drucke eine Last $= V$, so daß die Stelle m in der lothrechten Richtung mf einen

Druck = V leidet; ferner sey m z mit p t parallel, also p m z = 90°, und gegen eben die Stelle m des Schraubenganges, welche den Druck V in der Richtung m ſ leidet, drucke eine Kraft q in der Richtung m z, so daß aus beyden Kräften V und q nach der mittleren Richtung m r ein Druck entstehet, der, weil er auf t x senkrecht ist, davon völlig aufgehalten wird. Alsdann wird erfordert, daß sich verhalte V : q = sin. r m z : sin. r m ſ. Weil nun r m ſ = p t m war, so ist r m z = p m t; mithin V : q = sin. p m t : sin. p t m = p t : p m, oder V : q = Peripherie a p b l a : a g.

Man nehme nun an, Schraube und Schraubenmutter greifen in einander, und eine Kraft q bey a strebe die Spindel in einer auf der Axe e f senkrechten Ebene, deren Richtung a c den Umfang der Spindel berühret, um ihre Axe zu drehen; es drucke aber auch ferner eine Last V die Spindel nach der Richtung f e, welche sich gegen die Kraft q verhalte, wie der Umfang der Spindel zur Höhe des Schraubenganges; so ist alles im Gleichgewichte, wenn die Mutterschraube nicht ausweichen kann. Es vertheilet sich nämlich bey dieser Voraussetzung der Druck V über den ganzen Schraubengang gleichförmig. Der letztere sey nach seiner ganzen Länge in sehr kleine gleich große Theile getheilet, und die Anzahl aller Theile sey $= \mu$, so leidet jede Stelle m einen Druck $= \frac{1}{\mu} V = v$ in der Richtung m ſ. Die Höhe des Schraubenganges setze man $= \alpha$, die Peripherie der Spindel $= \beta$, so ist vermöge der Voraussetzung $V : q = \beta : \alpha$ also $q = \frac{\alpha}{\beta} . V$. Wird nun ferner an m eine Kraft $= \frac{1}{\mu}$ q in der Richtung m z, zugleich aber auch eine eben so große Kraft in der gerade entgegengesetzten Richtung m y angebracht, so sind alle Kräfte $\frac{1}{\mu}$ q in der Richtung m y mit q im Gleichgewicht. An jeder Stelle in m entstehet überdem aus den Kräften $\frac{1}{\mu}$ q in der Richtung m z, und aus v in der

der Richtung m f ein gegen den hohlen Schraubengang senkrechter Druck in der Richtung m r, der völlig aufgehoben wird, mithin ist alles im Gleichgewichte.

Wäre mit der Schraube der Hebelsarm e o in einer auf der Axe e f senkrechten Ebene verbunden, und daran eine auf e o senkrechte Kraft w angebracht, so entstehet daraus bey a in der Richtung a c ein Druck $q = \frac{eo}{ea} . w$. Damit dieser mit V das Gleichgewicht halte, wird erfordert, daß $V = \frac{\beta}{\alpha} . q$ sey, mithin $V = \frac{\beta}{\alpha} . \frac{eo}{ea} . w$. Setzt man den Exponent des Verhältnisses der Peripherie des Kreises zum Durchmesser $= \pi$, so ist $\beta = 2\pi . ea$, mithin auch die Last $V = \frac{2\pi . eo}{\alpha} . w$. Die von der Kraft w angegriffene Stelle o legt den Weg $2\pi . eo$ zurück, wenn die Last V um die Höhe $ag = \alpha$ gehoben wird, mithin gilt auch bey der Schraube das Gesetz: **die Last verhält sich zur Kraft, umgekehrt wie der Weg der Kraft zum Wege der Last;** daher geht ebenfalls hier so viel an Raum und Geschwindigkeit verloren, als an Kraft gewonnen wird.

Diese Schlüsse setzen vieles voraus, was in der Ausübung nicht so genau erhalten werden kann. Wie die Gestalt der Schraubengewinde beschaffen seyn müsse, damit der senkrechte Druck auf sie in jedem Punkte wirklich die vorausgesetzte Lage hätte, würde eigene Untersuchungen erfordern. Man betrachtet das Schraubengewinde so, als wenn es mit der Schraubenlinie einerley wäre, da es doch eine ziemliche Dicke besitzen muß, und die Oberfläche desselben mancherley Krümmungen hat, darauf hier nicht Rücksicht genommen ist. Es läßt sich also nicht erwarten, daß dasjenige in der Erfahrung genau zutreffe, was aus den Voraussetzungen ist gefolgert worden. Der Erfolg wird desto weniger von der Theorie abweichen, je näher die Gestalt der Schraubengänge derjenigen kömmt, bey welcher diese Voraussetzungen bestehen

hen würden. Indessen dienen doch diese Schlüsse dazu, um zu beurtheilen, wie stark die Schraubengänge seyn müssen, damit sie den Druck auf sie, ohne zu zerbrechen, aushalten können. Es folgt daraus, daß die Schraubengänge desto weniger gepreßt werden, je genauer und richtiger eins in das andere paßt. Sobald sich einige Theile allein an einander klemmen, ohne daß die übrigen einander zugleich eben so genau berühren, so leiden jene allein den ganzen Druck, und müssen abspringen, wenn sie nicht genugsame Stärke besitzen. Wenn ein einziger Punkt m ganz allein gepreßt würde, so müßte er den ganzen Druck V nach der Richtung m p leiden. Wenn man sich nun das Dreyeck t v x als ein solches vorstellet, in welchem die Hypothenuse t x die Länge einer schiefen Ebene, t v die Grundlinie und v x die Höhe der schiefen Ebene sind, so ist der Druck V nach der Richtung m p auf t v senkrecht. Die vorigen Schlüsse ergaben, daß Kraft und Last an der Schraube sich eben so gegen einander im Falle des Gleichgewichtes verhalten müssen, wie es auf der schiefen Ebene seyn müßte, wenn t der Neigungswinkel gegen den Horizont wäre, und die Kraft mit der Grundlinie parallel zöge. M. s. **Schiefe Ebene.** Verschiedene Schriftsteller nehmen dieß zum Grunde, und leiten daraus die Lehre von der Schraube ab. Sie drucken sich nämlich so aus: jeder Schraubengang sey nichts anders als eine schiefe Ebene um einen Cylinder gewunden. Allein wollte man sich wirklich t x als eine schiefe Ebene vorstellen, welche um den Cylinder gewunden den Schraubengang gäbe, so würde dieß der Natur einer Ebene ganz entgegen seyn. Herr **Kästner** hat in einer Abhandlung *) von der Gestalt der Schraubengänge gehandelt.

Bey dieser Theorie ist die Friktion bey Seite gesetzet, welche bey der Schraube außerordentlich stark ist, wegen des starken Drucks nicht allein der Schraubengewinde gegen einander, sondern auch desjenigen, womit die Spindel senkrecht gegen

*) Ad theoriam cochleae pertinens obseruatio geometrica in diss. mathem. et physic. Altenb. 1771. 4. nro. 6.

gegen die Mutter gepreßt wird. Indessen gewähret diese starke Friktion bey der Anwendung der Schraube in vielen Fällen sehr große Vortheile. Ueberhaupt hat die Schraube vor andern Maschinen unverkennbare Vorzüge. Sie gebrauchet einen engen Raum, und leistet doch bey ihrer Einfachheit mehr, als irgend eine andere Maschine bey einer so geringen Größe. Auch läßt sich bey ihr sehr leicht ein Hebel anbringen, indem die Spindel ihrer Figur nach eine Welle abgibt, welche in Verbindung mit dem Hebel eine Radwinde bildet. Bey Erhebung großer Lasten, bey starken Zusammenpressungen leistet sie überdem wegen der sehr starken Friktion den Nutzen, daß sie nicht so leicht wieder zurückgeht, wenn auch gleich die angreifende Kraft zu wirken nachläßt oder gar aufhöret. Besonders hat dieses Statt bey Schrauben mit engen Gängen, welche daher auch gebrauchet werden, wenn der Widerstand auf eine lange Zeit ohne weiteres Zuthun der Kraft überwunden werden soll, wie z. B. bey Erhebung ganzer Dächer, Stockwerke, Gebäude u. dergl. welche in die Höhe sind geschraubet worden.

Zu Pressen wird die Schraube entweder so gebrauchet, daß die Mutter im Gestelle fest ist, die bewegliche Spindel aber mit einem durch den Kopf der Spindel gesteckten Hebel (dem Ziehpengel) umgedrehet, und gegen den Widerstand gebracht wird, wie bey den Druckerpressen und Keltern; oder so, daß die Spindel fest ist, die bewegliche Mutter aber mittelst daran befindlicher Handgriffe, welche statt der Hebel dienen, umgedrehet wird, und eine daran liegende Platte gegen den Widerstand treibt, wie bey den Buchbinderpressen.

Dagegen finden auch bey der Anwendung der Schrauben manche Unbequemlichkeiten Statt. Sie erfordern wegen der ungemein starken Friktion die Anwendung einer großen Kraft, sind im Großen sehr kostbar, und müssen überdem bey hinreichender Festigkeit sehr genau und gleichförmig ausgearbeitet seyn, indem man sonst Gefahr läuft, daß diejenigen Theile, welche den ganzen Druck auszustehen haben, abspringen. Um die Schraubengänge zu schonen, verfertiget man bisweilen

Schrauben mit doppelten Gängen, wo auf der halben Weite des erstern Ganges noch ein zweyter um die Spindel geführet wird. Dieß geschiehet vorzüglich, wenn die Weite der Gänge groß ist, und dazu Platz verstattet, wie bey den Schrauben der Druckerpressen. Eine solche Schraube vermag zwar nicht mehr als eine andere mit einfachem Gange; aber ihre Gänge tragen nur halb so vielen Druck. Mehrere Schrauben mit einander zu verbinden, ist nicht anzurathen; denn würde nur eine im geringsten mehr angezogen als die übrigen, so bekäme auch diese ganz allein die Last zu tragen. Daher sind die Vorschläge, Obelisken und dergleichen schwere Lasten durch eine Menge Schrauben aufzurichten, beym Leupold *) in der Ausführung unmöglich.

Eine Schraube ohne Ende (cochlea infinita, vis sans fin) wird aus einer Schraubenspindel (fig. 57.) a b und einem Sternrade h i zusammengesetzet, so daß die Schraubengewinde zwischen den Zähnen des Sternrades, deren Figur darnach eingerichtet seyn muß, eingreifen, einen Zahn nach dem andern fortschieben, und so das Rad in Umlauf bringen können, wenn die Spindel umläuft. Letztere ist alsdann, wie die Welle des Rades, an beyden Enden mit gehörig unterstützten Zapfen, c, d, versehen, und, um sie in Umlauf zu bringen, kann die Kurbel d e f dienen. Die Lage ihrer Axe c d muß mit der Tangente des Rades, da wo die Schraubengänge eingreifen, parallel seyn. Diese Maschine hat ihren Nahmen daher erhalten, weil sie nicht, wie die gemeine Schraube, nur bis auf einen gewissen Punkt, sondern ohne Ende fortgedrehet werden kann, indem die Zähne des Rades immer wieder zurückkommen.

Wenn eine Kraft q die Kurbel d e f zu drehen strebet, und de $= \varrho$, die Höhe des Schraubenganges $= \alpha$ gesetzet wird, so entsteht von der Kraft q gegen den Zahn g ein Druck $= \frac{2\pi\varrho}{\alpha} . q$. Man setze ferner der Welle des k l Halbmesser $= r$, des Rades h i Halbmesser $= R$, die bey l herabhan-

*) Theatr. machin. Tab. XLVI. XLVII.

abhangende Last = V, so ist im Falle des Gleichgewichtes $\frac{2\pi \cdot \varrho}{\alpha} \cdot q = \frac{r}{R} \cdot V$, also $V = \frac{2\pi \varrho R}{\alpha \cdot r} \cdot q$, und es ist $V : q = \frac{2\pi R}{\alpha} \cdot \varrho : r$.

Die Zwischenweite α der Schraubengänge, von der Mitte eines Gewindes bis zur Mitte des folgenden muß so groß seyn, als die Entfernung der Mitte zweyer zunächst auf einander folgenden Zähne des Sternrades, und $2\pi R$ ist der Umfang des Rades h i, also ist $\frac{2\pi R}{\alpha}$ die Zahl der Zähne des Rades. Bey jedem Umlaufe der Spindel wird ein Zahn fortgeschoben, also ist $\frac{2\pi R}{\alpha}$ zugleich die Zahl der Umläufe der Spindel, die auf einen Umlauf des Rades h i, mithin auch der Welle k l kommen. Bey jedem Umlaufe k l legt die Last V einen Weg $= 2\pi r$ zurück, und die Kraft q einen Weg $= \frac{2\pi R}{\alpha} \cdot 2\pi \varrho$; also verhält sich der Weg der Last zum Wege der Kraft wie $2\pi r : \frac{2\pi R}{\alpha} \cdot 2\pi \varrho = r : \frac{2\pi R}{\alpha} \cdot \varrho = q : V$ d. h. die Wege verhalten sich umgekehrt wie die Kräfte, daß folglich hier wiederum am Raume verloren gehet, was an Kraft gewonnen wird.

Die Schraube ohne Ende gebraucht man vorzüglich bey Erhebung ungeheurer Lasten, und außerdem bey sehr vielen Instrumenten, bey welchen man die Absicht hat, sanfte Bewegungen, ohne Schwanken und Stoßen und ohne Verrückung der Lage der Ebene des umgedreheten Körpers hervorzubringen, wie bey gut eingerichteten Winkelmessern, Meßscheiben u. dergl. Die Bearbeitung solcher Schrauben erfordert aber äußerst viele Mühe, wenn sie genau seyn sollen.

M. s. Karsten Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. III. Greifsw. 1769. 8. Statik Abschn. X.

Schuh s. Fuß.

Schwaden s. Gas.

Schwanken der Erdaxe s. Wanken der Erdaxe.

Schwanken des Mondes s. Mond.

Schwefel (sulphur, soufre) ist ein fester geschmackloser Körper von einer blaß-gelben Farbe, welcher sich nicht im Wasser, wohl aber in Oelen auflösen läßt, in der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre keine Veränderungen erleidet, in mäßiger Hitze schmelzt, dabey aber in verschlossenen Gefäßen nicht zersetzet wird, sondern sich sublimiren läßt, beym Zutritt der Luft hingegen sich mit einer blaulichen Flamme entzündet, und mit einem erstickenden sauren Geruche verbrennt, ohne Rückstand zu hinterlassen.

Die alten Chemiker hielten wegen der gänzlichen Verbrennung des Schwefels alles Verbrennliche für Schwefel. Daher rechneten sie den Schwefel mit zu den Grundstoffen der Körper, und redeten von Schwefeln der Metalle, der vegetabilischen und der thierischen Körper. Erst Becher und besonders sein Nachfolger Stahl [a]) führten ganz andere Begriffe vom Verbrennen ein, und unterschieden den Schwefel von dem eigentlich Brennbaren. M. s. Brennstoff. Dadurch wurde zugleich die Natur des Schwefels genauer untersucht.

Aller verkäuflicher Schwefel ist natürlicher, und gewöhnlich nur durch Kunst von den damit verbundenen fremden Stoffen geschieden. Man findet ihn hin und wieder ganz rein in der Natur (sulphur natiuum, virgineum), größtentheils ist er mit metallischen Stoffen verbunden, welche durch ihn vererzt sind, besonders in den so genannten Schwefelkiesen (pyritae), aus welchen man den Schwefel durch eine besonders angestellte Ausschmelzung oder Destillation gewinnt. Sonst erhält man ihn auch als Nebenprodukt beym Rösten anderer sehr schwefelhaltiger Erze. Der gewonnene Schwefel wird in Stangen gegossen, und heißt auch Stangen-

a) Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von dem so genannten sulphure. Halle, 1718. 8.

genschwefel (sulphur commune, citrinum). Sein specifisches Gewicht ist größer, als das des Wassers, aber geringer als das der Erden und Steine. Sein natürlich unangenehmer Geruch wird durchs Reiben merklicher, wobey zugleich eine starke Elektricität in ihm erreget wird.

In der Wärme wird der Schwefel erst weich, ehe er schmelzt, und das Schmelzen geschiehet bey 224° Fahrenh. Bey dieser Hitze und etwas drüber fängt er an zu Dämpfen aufgelöset zu werden, an welchen man schon im Dunkeln ein Leuchten gewahr nimmt. Wenn der geschmolzene Schwefel in nicht zu kleinen Massen ruhig erkaltet, so krystallisiret er sich leicht in zarten Nadeln. Der natürliche kömmt gewöhnlich in octaedrischen Krystallen, doch mit verschiedenen Abänderungen, krystallisiret vor. Im Anfange des Schmelzens ist der Schwefel sehr flüssig; er wird aber beym weitern Erhitzen zäher und rothbraun von Farbe. Wenn man ihn jetzt ins Wasser gießt, so bleibt er weich wie Wachs, und nimmt leicht allerley Eindrücke an. Mit der Zeit erhärtet er, und erhält seine vorige Farbe und Consistenz wieder. Wenn man von dem geschmolzenen Schwefel zur Verhütung der Entzündung den Zugang der freyen Luft abhält, so steigt er als Dampf in die Höhe, und legt sich bey der Sublimation als kleine zarte Nadeln an, welche gewöhnlich **Schwefelblumen, Schwefelblüthen** (flores sulphuris) genennt werden.

Erhitzt man den geschmolzenen Schwefel beym Zutritt der Luft stärker, so entzündet er sich, und verbrennt gänzlich. Bey diesem Verbrennen wird er zu einer Säure. Ist die Hitze, wenn der Schwefel verbrennt, nur schwach, so ist die Flamme des Schwefels blau, und die Säure, die sich erzeuget, ist unvollkommen, sehr flüchtig und gasförmig; ist aber die Hitze stärker, so wird die Flamme des Schwefels weißer und lebhafter, und die erzeugte Säure ist eine vollkommene Säure in Dunstgestalt.

Man nehme Schwefelfäden, lege sie in eine blecherne Kapsel, zünde sie an, und stürze nun eine Glocke mit atmosphä-

mosphärischer oder dephlogistisirter Luft gefüllt darüber. Es verbrennt nur ein Theil Schwefel, die Luft wird beträchtlich vermindert und phlogistisiret. Das in die Glocke aufgestiegene Wasser ist nun sauer, und röthet die Lackmustinktur sogleich. **Lavoisier** fand zuerst, daß die Säure, welche sich mit dem Wasser verbindet, im Gewichte mehr beträgt, als der Schwefel, woraus sie entstand. Wird der Apparat mit Quecksilber gesperrt, welches die Säure nicht verschluckt, so bleibt diese als ein schwefelsaures Gas (m. s. **Gas, vitriolsaures**) mit der Luft verbunden, mithin ist die Verminderung des Luftvolumens nicht so ansehnlich, als beym Sperren mit Wasser; auch erstickt die Flamme eher, und die Verbrennung des Schwefels geschieht noch unvollkommener. Nachher haben die Versuche noch gelehret, daß der Schwefel ohne Beytritt des Sauerstoffgas niemahls brennt, und daß der in Schwefelsäure verwandelte Schwefel eben so viel am Gewicht zunimmt, als das Sauerstoffgas am Gewichte abgenommen hat. Nach **Bertholet** *) erhalten 69 Theile Schwefel beym Verbrennen eine Gewichtszunahme von 31 Theilen, und bilden damit 100 Theile wasserfreye Schwefelsäure; indessen ist diese Bestimmung noch nicht ganz genau genug.

Diesen Versuchen zu Folge behaupten die Phlogistiker, daß der Schwefel aus der Schwefelsäure und dem Brennstoffe zusammengesetzet, die Antiphlogistiker hingegen, daß er eine einfache Substanz sey, und die Schwefelsäure erst durch Verbindung mit dem Sauerstoffe entstehe. Die Phlogistiker nahmen anfänglich an, daß das Phlogiston in dem Schwefel sich mit der Säure gesättiget habe, daher auch jener sich nicht mehr als Säure zeigen könne; beym Verbrennen des Schwefels hingegen werde das Phlogiston im Schwefel frey, verbinde sich zum Theil mit der Luft, woher die phlogistisirte Luft; mithin zeige sich nun Schwefelsäure, welche theils phlogistisirte theils dephlogistisirte Schwefelsäure sey, nach-

*) Ueber die Schwefelsäure in Crells chemisch Annalen. 1789. B. I. S. 330 f. desselben Fortsetzung der Versuche über die Schwefelsäure. Ebendas. 1790. B. I. S. 457 f.

nachdem der Schwefel zum Theil oder ganz vom Phlogiston befreyet sey. Seitdem aber die Thatsachen von der Zunahme des Schwefels beym Verbrennen im Sauerstoffgas, und die Verminderung des Luftvolumens von den Phlogistikern nicht geläugnet werden konnten, so änderten sie den Begriff des Phlogistons auf unterschiedene Weise ab, um sie mit ihrem Systeme zu vereinigen. M. s. **Brennstoff**. Zuletzt mußten sie zugestehen, daß wirklich beym Verbrennen etwas Wägbares aus der Luft an die Säure trete, und daß die Meinung von der Phlogistikation der Luft durch die Aufnahme des Phlogistons ungegründet sey. Ob nun aber dieses Wägbare, welches aus der Luft zur Säure kommt, wirklich das säuremachende Princip sey, haben verschiedene geläugnet. Denn es sey gar wohl möglich, daß die Säure schon im Schwefel vorhanden sey, so könne vielleicht nur durch etwas Unwägbares gebunden werden, welches beym Verbrennen durch die Gefäße dringe, oder sich mit dem Apparate verbinde. Auf ähnliche Art suchte noch im Jahre 1794 Herr **Gren** die Bildung der Schwefelsäure beym Verbrennen des Schwefels zu erklären; er behauptete nämlich, der Schwefel sey aus einer eigenen sauren Grundlage und dem Brennstoffe zusammengesetzet, so wie die Lebensluft aus einer eigenen Basis und dem Wärmestoffe. Bey der Verbrennung des Schwefels verbinde sich der Brennstoff desselben mit dem Wärmestoffe der Lebensluft zu Licht und Wärme, oder zum Feuer, und die Grundlage der Lebensluft gebe mit der sauren Grundlage des Schwefels vollkommene und unvollkommene Schwefelsäure, je nachdem der Schwefel mehr oder weniger Brennstoff verliere. Nach dieser Zeit aber hat Herr **Gren** mit den Antiphlogistikern den Schwefel als eine einfache Substanz betrachtet, und den Grund von der Bildung der Schwefelsäure in dem Sauerstoffe gesucht.

Herr **Kirwan** versuchte ehedem eine andere Erklärung, welche von der gewöhnlichen Stahlischen ganz abgeht. Er behauptete nämlich, das in dem Schwefel enthaltene Phlogiston (oder nach seiner Hypothese brennbare Luft) trenne sich

während

während des Verbrennens des Schwefels nicht, sondern vereinige sich mit dem Sauerstoffe, und daher komme die Gewichtszunahme. Seiner Meinung zu Folge besteht Schwefelsäure aus Schwefel und aus fixer Luft. Dieses suchte er aus folgenden Versuchen darzuthun. Wenn man rothen Quecksilberpräcipitat mit Schwefel mischt, und die Mischung bey einer gelinden Hitze destilliret, so verwandelt sich der Schwefel in Schwefelsäure, und es findet beynahe kein Verbrennen Statt. Folglich enthalte der Quecksilberkalk keinen Sauerstoff, sondern fixe Luft, welche das Verbrennen verhindere; und es bestehe dem zu Folge die Schwefelsäure, welche in diesem Versuche entstehet, aus Schwefel und fixer Luft.

Allein die Antiphlogistiker erklären diesen Versuch ganz anders. Sie behaupten nämlich, der Quecksilberkalk enthalte Sauerstoff, welcher mit wenig oder gar keinem Wärmestoffe verbunden ist; mithin werde auch, bey seiner Verbindung mit dem Schwefel, wenig oder kein Wärmestoff frey werden können, und es werde also weder Licht noch Wärme entstehen, und kein Verbrennen Statt finden. Daß sich aber in Herrn Kirwan's Versuche eine geringe Menge fixer Luft entwickelt habe, rühre daher, weil der rothe Präcipitat an der atmosphärischen Luft gelegen habe, aus welcher er dergleichen, wie bekannt, einsauge. Daß beym Verbrennen des Schwefels allein keine fixe Luft entwickelt werde, hat Herr Gren *) erwiesen.

Ferner führet Herr Kirwan für seine Meinung noch folgenden Versuch des Dr Priestley an. Dieser brachte Eisen in Berührung mit schwefelsaurem Gas. Das Gas nahm schnell ab, die Seiten des Gefäßes wurden mit einer schwarzen rußartigen Materie überzogen, und das Eisen wurde brüchig. Von sieben Unzen Gas blieben zuletzt 0,300 Unzen übrig, und diese bestanden aus zwey Drittheil fixer Luft, und aus einem Drittheil brennbarer Luft. Hier ist nach Herrn Kirwan's Meinung offenbar, daß das Schwefelsaure

*) Diss. de genesi aëris fixi et phlogisticati. Halae 1786. p. 52-54.

felsaure sich mit dem Phlogiston, oder der brennbaren Luft, des Eisens verbunden und in Schwefel verwandelt habe, während die mit dem Schwefelsauren verbundene fixe Luft frey geworden ist. Es enthalte daher das Eisen Phlogiston, und die Schwefelsäure bestehe aus Schwefel und fixer Luft.

Hierauf antworten die Antiphlogistiker, dieser Versuch des Herrn Priestley gelinge nur alsdann, wenn das schwefelsaure Gas etwas Wasser aufgelöset enthalte, oder wenn das Eisen feucht sey. Durch die Zerlegung des Wassers sey die geringe Menge von brennbarer Luft entstanden, welche nur $\frac{1}{10}$ Unze betrage. Die fixe Luft sey entstanden, indem sich der andere Bestandtheil des zerlegten Wassers, der Sauerstoff, mit der Kohle verbunden habe, von welcher das Eisen, wie bekannt, nie frey sey. Wenn man aber diesen Versuch behutsam wiederhohle, so erhalte man weder brennbare noch fixe Luft, sondern das schwefelsaure Gas werde von dem Eisen in seine Bestandtheile zerleget. Das Eisen säure sich, und der Schwefel verbinde sich mit der Halbsäure, so daß alles Gas verschwinde, Wärmestoff sich entwickele, und man erhalte eine schwarze, brüchige, geschwefelte Eisenhalbsäure. Hierbey bemerket Herr Gehler *), daß diese Erklärung der Antiphlogistiker den Fehler der Inconsequenz an sich trage. Denn die Kohle, wenn sie im Eisen ist, sey ja auch im trockenen Eisen da; warum sollte nun aus diesem der Sauerstoff, welcher es angreife und säure, nicht eben so wohl, als aus dem feuchten, fixe Luft entwickeln? Wenn sie consequent hätten seyn wollen, so hätten sie sagen müssen, trockenes Eisen gebe nur fixe Luft allein, feuchtes fixe und brennbare. Ob aber auch dieß die Versuche bestätigten?

Indessen hat Herr Kirwan nachher diese seine Hypothese freywillig wieder aufgegeben.

Nach den neuesten Bestimmungen ist der Schwefel eines verschiedenen Grades der Säurung fähig. In der Schwefelsäure ist er mit Sauerstoff gesättiget oder fast gesättiget, und sie wird daher als vollkommene Säure betrachtet; bey einem

*) Physikalisches Wörterbuch, Th. V. S. 829.

einem mindern Gehalte an Sauerstoff liefert der Schwefel eine Säure von anderer Natur und andern Eigenschaften, die als unvollkommene Schwefelsäure anzusehen ist. M. s. Schwefelsäure, flüchtige.

Wasser und Schwefel haben keine wechselseitige Wirkung auf einander, und es scheinet nicht, daß der Schwefel für sich, auch in höhern Temperaturen, das Wasser zerlegen könne. Es ist also der Sauerstoff dem Wasserstoffe näher verwandt als dem Schwefel. Auch Stickstoff und Kohlenstoff haben keine bemerkbare Verwandtschaft zum Schwefel, der Wasserstoff kann aber damit Vereinigung eingehen. Ein vorzügliches Auflösungsmittel für den Schwefel sind die Alkalien so wohl auf nassem als auf trockenem Wege. Wenn man gleiche Theile ätzendes Gewächsalkali oder Mineralalkali und Schwefel in einem bedeckten Tiegel bey mäßigem Feuer schmelzt, so erhält man ein Gemisch, das nach dem Erkalten eine leberbraune Farbe hat, und, so lange es trocken bleibet, geruchlos ist, beym Anfeuchten aber sogleich einen Geruch wie nach faulen Eyern entwickelt, an der Luft zerfließt, und sich völlig im Wasser mit goldgelber Farbe auflöset. Diese Verbindung heißt gewöhnlich **Schwefelleber** (hepar sulphuris). In der methodischen Nomenklatur wird sie **geschwefeltes Laugensalz** (Girtanner), **sulphurisirtes Alkali** (Hermbstädt) oder **Schwefelalkali** (Gren) (alcali sulphuratum, sulfure d'alcali) genennt. Auch erhält man diese Verbindung, wenn man gepulverten Schwefel in einer Lauge des ätzenden feuerbeständigen Alkali's kocht.

Löset man Schwefelleber in Wasser auf, und schüttet zu dieser Auflösung eine Säure, so wird wegen der nähern Verwandtschaft des Alkali zur Säure der Schwefel geschieden, und zwar in Gestalt eines zarten weißen Pulvers, welches man **Schwefelmilch** (lac sulphuris, magisterium sulphuris) nennt. Beym Zusatz der Säure wird der üble Geruch, welchen die Auflösung schon hat, noch viel unerträglicher und stärker. Wendet man trockene Schwefelleber an, so entstehet ein Aufbrausen, welches bey der Vermischung

der

der Säure mit der wässerigen Auflösung der reinen Schwefelleber in der Kälte nicht wahrzunehmen ist. Jener Geruch rührt von der Entwickelung und Verbreitung eines eigenen Gas her. M. s. Gas, hepatisches.

An der freyen Luft wird die im Wasser aufgelösete Schwefelleber gänzlich zersetzt; es wird die vorher klare Auflösung trübe, der Schwefel schlägt sich nieder, und die übrige Lauge enthält endlich noch bloß schwefelsaures Alkali mit mehr oder weniger kohlensaurem verbunden. Auch die trockene Schwefelleber verwittert an der Luft, und verlieret alle ihre eigenthümlichen Eigenschaften, so daß endlich bloß schwefelsaures Alkali mit mehr oder weniger kohlensaurem, und Schwefel vermengt, übrig bleibt. Alle diese Veränderungen erfolgen an der Schwefelleber weit schneller, wenn man sie in einer Schaale unter einer mit Lebensluft gefüllten und mit Wasser gesperrten Glasglocke stehen läßt, wobey zugleich nach und nach das Sauerstoffgas verschwindet. Wegen dieser Wirkung der Schwefelleber auf das Sauerstoffgas bediente sich Scheele derselben als ein eudiometrisches Mittel. M. s. Eudiometer (Th. II. S. 287.). Der Grund dieser wechselseitigen Einwirkung der Schwefelleber und des Sauerstoffgas läßt sich darin suchen, daß der Schwefel eine starke Verwandtschaft zum Sauerstoffe und auch zum Wasserstoffe hat, und daraus ist es leicht zu begreifen, warum die Schwefelleber mit der Zeit zum schwefelsauren Alkali werden kann. Ein anderer Grund von der Zerstörung der Schwefelleber in der atmosphärischen Luft liegt in der Kohlensäure derselben, welche nach und nach vom Alkali angezogen wird, und es kohlensauer macht, wodurch es nun unfähig wird, den Schwefel aufgelöset zu erhalten, der sich also niederschlagen muß.

Wird trockene Schwefelleber bey einem schwachen Feuer unter beständigem Umrühren geröstet, so bleibet endlich ein weißgraues Pulver übrig, das theils freyes Alkali, theils schwefelsaures Alkali enthält. Bey diesem Rösten verfliegt theils Schwefel in Substanz, theils wird er durch Aufnahme vom Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft zur Schwefelsäure.

Die Schwefelleber ist ein kräftiges Auflösungsmittel der Metalle, wenn man sie zu dem fließenden Metalle trägt, und nach der Verbindung sogleich vom Feuer nimmt. Alle Metalle, außer dem Zink, werden auf solche Art aufgelöset, und die daher entstandene Verbindung ist selbst im Wasser auflösbar.

Auch mit dem Ammoniak verbindet sich der Schwefel zum **geschwefelten Ammoniak, Schwefelammoniak** (ammoniacum sulphuratum, sulfure d'ammoniaque). Sonst wurde auch diese Verbindung **flüchtige Schwefelleber** (hepar sulphuris volatile), **Boyle's rauchende Flüssigkeit** (liquor fumans Boylei), **Hoffmanns flüchtige Schwefeltinktur** (tinctura sulphuris Hoffmanni) genennt. Man gewinnt dieß durch eine Destillation aus Schwefel, ungelöschtem Kalk und Salmiak.

Mit den Erden verbindet sich der Schwefel ebenfalls zu eigenen Substanzen. So gibt die Verbindung der Kalkerde mit dem Schwefel im trockenen Zustande Cantons Phosphor u. s. f. M. s. **Phosphoren.**

Der Schwefel geht mit allen Metallen im Flusse eine Verbindung ein, und löset sie auf, ausgenommen Gold, Platina und Zink. Die Gemische, welche daraus entspringen, sind verschieden, nicht bloß nach der Verschiedenheit der Metalle selbst, sondern auch bey ein und eben demselben Metalle, je nachdem es regulinisch, oder als unvollkommener Kalk mit dem Schwefel vereiniget wird. Dergleichen Verbindungen liefert die Natur häufig als Erze. Die Metalle befreyet man vom Schwefel entweder durchs Rösten, oder durch Säuren, welche den Schwefel nicht angreifen, oder durch andere mit dem Schwefel näher verwandte Metalle.

Von den Oelen und Fettigkeiten wird der Schwefel mit Hülfe der Wärme vollkommen aufgelöset. Hierdurch entstehen die so genannten **Schwefelbalsame**, welche eine bräunliche Farbe, einen starken Schwefelgeruch, und einen scharfen unangenehmen Geruch haben. Ist das Oel in der Hitze ganz mit Schwefel gesättiget, so ist das Gemisch in

der

der Kälte zähe und fest. In der Hitze entwickelt der Schwefelbalsam schwefelhaltiges Wasserstoffgas, das auch noch Kohlenstoff enthält. Er selbst ist als eine Verbindung dreyer einfacher, entzündlicher Substanzen, des Schwefels, des Wasserstoffs und des Kohlenstoffs anzusehen, welche in dieser Vereinigung den Sauerstoff stärker anziehen, als einzeln. Daher werden schon die Oele während der Verfertigung des Schwefelbalsams ranzigt. Die in der Hitze gesättigte Auflösung der ätherischen Oele mit Schwefel läßt in der Kälte einen Theil Schwefel in durscheinend Krystallen fallen, welche **Schwefelrubine** heißen.

Der Nutzen des Schwefels erstreckt sich sehr weit. In der Chemie wird er zur Schmelzung, Niederschlagung, Scheidung und Reinigung verschiedener Metalle und Mineralien, so wie zur Bereitung der Schwefelsäure, und die Schwefellebern besonders zur Auflösung der Metalle gebrauchet. In der Heilkunde wird er bey vielen Krankheiten sehr nützlich angewendet, und in einigen mineralischen Wässern, welche theils zum Trinken, theils zum Baden verordnet werden, ist er als ein vorzüglich mitwirkendes Heilmittel zu betrachten. Auch läßt sich durch ihn die durch faule Ansteckungsgifte verdorbene Luft verbessern. In den Künsten wird er vielfältig zum Abschwefeln oder Weißmachen der Seide, Wolle und vieler andern Materien, welche dem Dampfe desselben ausgesetzet werden, zur Zusammensetzung einiger Kitte, zu Abdrücken von geschnittenen Steinen u. s. f. gebrauchet. In der Haushaltung ist der Gebrauch des Schwefels bekannt genug, und in der Physik kann er als idioelektrischer Körper zum Isoliren oder zur Erregung der ursprünglichen Elektricität mit Nutzen gebrauchet werden.

M. s. Gren Grundriß der Chemie. Th. I. Halle, 1796. 8. §. 383 f. Dessen Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. § 962 u. f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin, 1795. 8. S. 71. 102 f. 417 f.

Schwefelgas, Schwefelluft s. **Gas, hepatisches.**

Schwefelleber s. **Schwefel.**

Schwefelleberluft s. Gas, hepatisches.

Schwefelmilch s. Schwefel.

Schwefelsäure, Vitriolsäure, vollkommene Schwefelsäure (acidum sulphuricum, acidum vitrioli, vitriolicum, acide sulfurique, acide vitriolique) ist eine eigene mineralische Säure, welche theils aus dem Schwefel, theils auch aus dem Vitriol gewonnen wird. In England bereitet man sie im Großen, und bedienet sich dazu großer bleyerner Gehäuse, in deren verschlossenem Raume der Schwefel verbrennt. Weil aber hierbey der Schwefel sehr bald wieder verlöschen und nicht lebhaft genug brennen würde, so versetzt man ihn mit etwas Salpeter, etwa mit dem achten Theile; so wohl das Wasser, welches sich auf dem Boden des Gefäßes befindet, als auch hinzugelassene Wasserdämpfe saugen die gebildete Schwefelsäure ein. Man sammelt diese verdünnte Schwefelsäure, und concentrirt sie durch Abrauchen in gläsernen Gefäßen. Die so concentrirte Schwefelsäure wird im Handel Vitriolöl (oleum vitrioli) genennt. Von diesem englischen Vitriolöl ist das sächsische oder Nordhäuser Vitriolöl verschieden, welches man durch Destillation aus dem Vitriole gewinnt. Alle concentrirte Schwefelsäure, welche sonst im Handel vorkam, wurde auf diese letzte Art bereitet, und daher ist es gekommen, daß man die Schwefelsäure überhaupt auch Vitriolsäure nennt. Becher und Stahl betrachteten sie als die reinste und einfachste aller Säuren und aller salzartigen Substanzen.

Das Vitriolöl ist eine sehr starke Säure; es brennt und äzt in die Haut ein. Im reinen Zustande ist es farbenlos und geruchlos; es wird aber durch leicht verbrennliche Dinge des Thier- und Pflanzenreichs mehr oder weniger braun, und schweflicht riechend, wie das verkäufliche gewöhnlich ist. Sein specifisches Gewicht geht von 1,800 bis 2,000. Zum Sieden erfordert es eine beträchtlich starke Hitze. Eben dieserwegen läßt sich schwächeres Vitriolöl durch Abdampfen des Wässerigen stärker machen. Indessen enthält auch das stärkste Vitriolöl immer noch Wasser.

Das

Das sächsische Vitriolöl stößt an der Luft weißgraue Dämpfe aus, welches das englische nicht thut. Schüttet man ersteres in eine gläserne Retorte, woran man eine recht trockene Vorlage angekittet hat, und erhitzt es gelinde im Sandbade, so geht ein starker weißer Rauch in die Vorlage über, und concentrirt sich hier am besten in der Frostkälte zu einer concreten glänzenden Substanz, welche sich sternförmig oder strahlig anleget, in warmer Luft ungemein stark raucht, sich mit Wasser stark erhitzt, und damit verdünnte Schwefelsäure bildet, auch an der Luft starke Feuchtigkeit in sich nimmt, und zur gewöhnlichen Schwefelsäure zerfließt. Das in der Retorte rückständige Vitriolöl hat nun seine Eigenschaft zu rauchen verloren. Von dieser flüchtigen Substanz hängt auch die Eigenschaft des starken sächsischen Vitriolöls ab, schon bey mäßiger Kälte zu einer krystallinischen Masse zu erkalten. Durch Verdampfung des erstern verliert das Vitriolöl diese Eigenschaft, und reines, weißes Vitriolöl gefrieret erst bey einer ansehnlichen Kälte. Jene flüchtige Substanz ist nach neuern Erfahrungen die Verbindung von concentrirter Schwefelsäure mit der so genannten flüchtigen Schwefelsäure. M. s. Schwefelsäure, flüchtige.

Das Vitriolöl hat gegen das Wasser einen großen Hang, und zieht auch an der Luft Feuchtigkeit an. Rauchendes Vitriolöl verliert dadurch nach und nach an der Luft seine Eigenschaft zu rauchen und seine eisartige Beschaffenheit. Mit dem Wasser erhitzt sich das Vitriolöl sehr stark, und um es zu verdünnen, muß man es nur nach und nach ins Wasser tröpfeln, nicht umgekehrt das Wasser zum Vitriolöl gießen. In den Officinen heißt die verdünnte Schwefelsäure auch **Schwefelspiritus** (spiritus vitrioli).

Das verkäufliche Vitriolöl ist nicht als eine ganz reine Schwefelsäure anzusehen. Man kann ihm zwar die braune Farbe durch Sieden in offenen Gefäßen nehmen, und es dadurch weißer machen; zur vollkommenen Reinigung reicht dieß aber nicht hin, sondern man muß dazu das Vitriolöl noch überdem rektificiren. Am besten geschiehet diese Rekti-

fikation in kleinen Portionen desselben, etwa zu einem halben Pfunde, in kleinen gläsernen Retorten bey mäßiger und vorsichtig regierter Hitze und Vorlagen, die man ohne allen Kitt vorlegt.

Daß die Schwefelsäure aus Schwefel und Sauerstoff zusammengesetzet sey, suchen die Antiphlogistiker durch folgenden Versuch zu erweisen: wenn man recht concentrirte Schwefelsäure in einem verschlossenen Gefäße mit Wasserstoffgas in eine höhere Temperatur bringt, so wird sie zerlegt. Ihr Sauerstoff bildet mit dem Wasserstoff Wasser, und der Schwefel fällt zu Boden. Auch kann sie in höhern Temperaturen durch Destillation über Quecksilber und Eisen zerleget werden.

Die Schwefelsäure gehöret zu den kräftigsten chemischen Auflösungsmitteln. Mit den Alkalien und Erden liefert sie eigene Neutral- und Mittelsalze, welche in der methodischen Nomenklatur salia sulphurica, sulfates (schwefelgesäuerte Salze) (Girtanner), (schwefelsaure Salze) (Gren) genennt werden. Mit dem Gewächsalkali bildet sie das **schwefelsaure Gewächsalkali** oder den so genannten **vitriolisirten Weinstein**, mit dem Mineralalkali das **schwefelsaure Mineralalkali** oder **Glaubersalz, Glaubers Wundersalz**, und mit dem Ammoniak das **schwefelsaure Ammoniak** oder **Glaubers geheimer Salmiak, vitriolischer Salmiak**.

Von den mittelsalzigen Verbindungen sind vorzüglich folgende zu bemerken: mit der Kalkerde gibt sie die **schwefelsaure Kalkerde** oder den **Gyps, Selenit, vitriolsaure Kalkerde**, mit der Talkerde die **schwefelsaure Talkerde** oder das **Bittersalz, Epsomsalz, englisches Salz, vitriolsaure Bittererde**, mit der Thonerde die **schwefelsaure Thonerde** oder **den Alaun**, mit der Schwererde die **schwefelsaure Schwererde** oder den **Schwerspath**. Die meisten dieser Mittelsalze sind im Wasser sehr schwer auflöslich.

Die Schwefelsäure greift die regulinischen Metalle größtentheils nur mit Hülfe einer sehr hohen Temperatur an,

das

das Gold, die Platina und das Wolframmetall aber gar nicht. Die Auflösungen der Metalle in Schwefelsäure sind jederzeit mit der Entwickelung eines Gas verbunden, welches besonders im concentrirten Zustande der Säure Schwefelluft oder schweflichtsaures Gas, bey der verdünnten Schwefelsäure aber brennbares Gas oder Wasserstoffgas ist. Besonders ist hier noch zu bemerken, daß einige Metalle in verdünnter Schwefelsäure weit leichter und schneller, als in concentrirter, aufgelöset werden. Bey der Auflösung der Metalle in verdünnter Schwefelsäure wird nicht die Säure durchs Metall zersetzt, wie bey der in concentrirter Schwefelsäure, sondern vielmehr das Wasser, und die Zersetzung des Wassers geschiehet hier weit schneller, da es durch Säure unterstützet wird, als sonst durchs Metall allein. Das regulinische Metall entzieht nämlich dem Wasser seinen Sauerstoff, und wird dadurch verkalkt; der frey gewordene Wasserstoff des Wassers tritt als Gas aus, und das verkalkte Metall löset sich in der Säure auf, wenn sie vorher aus den Auflösungen in andern Säuren durch Laugensalze sind niedergeschlagen worden. Alle diese Verbindungen der verkalkten Metalle mit der Schwefelsäure geben metallische Salze, welchen man überhaupt den Nahmen **Vitriole** in der allgemeinen Bedeutung gegeben hat. M. s. **Vitriol.**

Durch Oele und alle öligte Substanzen wird die Schwefelsäure mit Erhitzung und starkem Aufwallen zersetzet, und in eine unvollkommene Schwefelsäure verwandelt. Man s. **Schwefelsäure, flüchtige.** Auch die Oele ändern sich hierdurch in ihrer Mischung, sie werden Harze, fest von Consistenz, dunkel von Farbe und auflöslich im Alkohol.

Mit Alkohol zu gleichen Theilen vermischt gibt die concentrirte Schwefelsäure unter einem starken Aufwallen, Geräusch und Erhitzung **Hallers saures Elixir** (elixir acidum Halleri), oder **Rabels Wasser** (aqua Rabelii) aus drey Theilen Alkohol und einem Theile Vitriolöl, aus welchem sich durch eine Destillation der **versüßte Vitriolspiritus**, oder **Hofmanns schmerzstillender Geist** (spiritus

vitrioli dulcis, liquor anodynus Hofmanni) gewinnen läßt, welchen man sonst auch durch eine Auflösung des Vitrioläthers in 6 Theilen Weingeist erhalten kann.

M. s. Gren Grundriß der Chemie. Th. I. Halle, 1796. 8. §. 391 f. Girtanner Anfangsgr. der antiphlogist. Chemie. Berlin, 1795. 8. S. 102 f.

Schwefelsäure, flüchtige, flüchtige Vitriolsäure, phlogistisirte Vitriolsäure, Schwefelsaures, unvollkommene Schwefelsäure, schweflichte Säure (acidum sulphuris volatile, acidum vitrioli volatile s. phlogisticatum, acidum sulphurosum, acide sulfureux volatil, acide sulfureux) ist als eine unvollkommene Schwefelsäure zu betrachten. Nach dem phlogistischen Systeme wurde sie als eine Verbindung mit Phlogiston und Schwefelsäure angesehen. Das neuere System hingegen sieht sie richtiger als eine Säure an, deren Basis noch nicht mit dem Sauerstoffe gesättiget ist.

Diese Säure gewinnt man beym schwachen Verbrennen des Schwefels, wobey er mit einer blauen Flamme verbrennt. Sie ist von Acidität weit schwächer, als die Schwefelsäure, und so flüchtig, daß sie beym Ausschluß der Feuchtigkeit sogar in Glasform erscheinet. Auch kann diese schweflichte Säure erhalten werden, wenn man zu der Schwefelsäure einen Körper setzt, welcher durch seine Verwandtschaft zum Sauerstoffe dem Schwefel einen Antheil davon entziehet. Bringt man etwas Baumöl mit Vitriolöl zusammen, so erzeuget sich sogleich schweflichte Säure, und verbreitet sich ein Geruch wie vom brennenden Schwefel. Eben dieß geschiehet, wenn man eine glühende Kohle in Vitriolöl ablöscht. In beyden Fällen entzieht nämlich der Kohlenstoff der Schwefelsäure einen Antheil Sauerstoff, wobey sich sodann zugleich kohlensaures Gas entwickelt. Auch entsteht schweflichte Säure, wenn man Schwefelsäure über Silber, Spiesglanz, Bley, Quecksilber destilliret, indem sich ein Theil Sauerstoff mit dem Metalle verbindet, und die schweflichte Säure in Gasform in die Vorlage übergehet. M. s. Gas, vitriolsaures.

res. Durch Berührung des Wassers verlieret sie ihre Luftgestalt augenblicklich, wird von demselben eingesogen, und ist nun als liquide schweflichte Säure zu betrachten. Sie besitzet den schweflichten Geruch, und einen säuerlichen Geschmack. Sie röthet zwar den Veilchensyrup, zerstöret aber doch endlich seine Farbe ganz. Die Tinktur der Rosenblätter und mehrere Pigmente verlieren dadurch ihre Farbe gänzlich. Hierauf gründet sich auch das Schwefeln der Seide und Wolle, um sie weiß zu machen.

An der Luft nimmt die schweflichte Säure nach und nach mehr Sauerstoff aus der Lebensluft an, verliert so ihre eigenthümlichen Merkmahle, und wird zur vollkommenen Schwefelsäure. Ueberhaupt läßt sich die schweflichte Säure auf zweyerley Weise in vollkommene Schwefelsäure verwandeln: 1) indem man ihr einen Theil ihrer Grundlage entziehet, und folglich das Verhältniß des Sauerstoffes zu dem übrigen Theil der Grundlage vergrößert. Dieses geschiehet, wenn man die schweflichte Säure einer höhern Temperatur aussetzet, da dann ein Theil des Schwefels abgesetzet, und der übrige Theil mit dem Sauerstoffe inniger verbunden wird; und 2) indem man der schweflichten Säure Sauerstoff zusetzet. Dieses geschiehet, wenn die schweflichte Säure unter eine Glocke mit Sauerstoffgas gebracht wird; weil alsdann der Sauerstoff eingesogen, und die schweflichte Säure in Schwefelsäure verwandelt wird, wobey sie am Gewichte zunimmt.

Das specifische Gewicht des mit der schweflichten Säure gesättigten Wassers verhält sich zum specifischen Gewichte des reinen Wassers wie 1,040 : 1,000.

Die Neutral- und Mittelsalze, welche die schweflichte Säure mit den Alkalien und Erden bildet, unterscheiden sich von den schwefelsauren Salzen sehr auffallend. Auch erhält man dergleichen, wenn man Tücher mit einer alkalischen Lauge tränkt, und über langsam und schwach brennenden Schwefel aufhängt, wobey sich jedoch immer etwas Schwefelsäure mit bildet. Von diesen schwefelsauren Salzen (salia

sulfurosa, sulfites) hat man jedoch noch keine Anwendung in Künsten und Gewerken gemacht.

Die schweflichte Säure treibt die Kohlensäure aus Alkalien und Erden; sie selbst aber wird durch die Schwefelsäure, so wie auch durch die meisten andern Säuren daraus entbunden.

Concentrirte Schwefelsäure saugt das schwefelsaure Gas ein, und erlangt dadurch die Eigenschaft, an der Luft einen weißen Rauch auszustoßen, und die eisartige Beschaffenheit des Nordhäuser Vitriolöls.

M. s. Gren Grundriß der Chemie. Th. I. Halle, 1796. §. 429 f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin, 1795. 8. S. 102 f.

Schwer (graue, grave, pesant). Einen Körper nennt man im allgemeinen Sinne gegen einen andern **schwer**, wenn man in ihm ein Bestreben wahrnimmt, sich nach den andern hinzubewegen, ohne daß man eine äußere Ursache dieses Bestrebens bemerket. Ueberhaupt belehren uns Erfahrungen genug, mit Grunde anzunehmen, daß alle Materie gegen einander schwer ist. Wenn ein Körper gegen mehrere andere, oder gegen eine andere beträchtlich große Masse, merklich schwer ist, so hat er ein Bestreben, sich nach verschiedenen Richtungen zugleich hin zu bewegen, und die Richtung, nach welcher er sich wirklich beweget, ist eine mittlere zwischen jenen, und es hat das Ansehen, als ob er nur nach einem einzigen Punkte hin getrieben würde. Man gebrauchet auch wohl alsdann den Ausdruck, **der Körper sey gegen diesen Punkt schwer**, obgleich der Grund nicht in diesem Punkte, sondern in der um selbigen verbreiteten Masse liegt, welche eben so viel wirkt, als wenn sie in diesem Punkte beysammen wäre. In diesem Sinne sagt man, daß die Materien der Himmelskörper gegen einander schwer sind.

In einem etwas eingeschränktern Verstande nennt man einen Körper **schwer**, wenn er ein Bestreben zeiget, sich nach unserer Erde hin zu bewegen, oder gegen selbige zu fallen.

Dieses

Dieses Bestreben findet man bey allen Theilen einer Masse an einerley Orte der Erdfläche gleich groß.

Auch nennt man einen Körper in Rücksicht seines absoluten Gewichtes **schwer**, wenn dieses in Vergleichung mit andern groß ist. In dieser Bedeutung heißt eigentlich schwer so viel, als **viel wiegend**, und wird dem weniger wiegenden oder leichtern entgegengesetzet. M. s. **Leicht**. Es ist daher dieser Begriff bloß relativ, indem man nicht von einem absolut schweren auch nicht von einem absolut leichten in diesem Sinne reden kann, sondern man kann bloß sagen, daß er schwerer oder leichter als ein anderer Körper sey. Weil es hierbey bloß auf das Gewicht des Körpers ankömmt, so kann auch dieser aus zwey Ursachen schwerer als ein anderer seyn, entweder indem ein jeder Theil von beyden Körpern ein verschiedenes Bestreben, gegen die Erde zu fallen, besitzet, oder indem die Menge der Theile in beyden verschieden ist. So ist ein und eben derselbe Körper auf einem sehr hohen Berge leichter, als unten am Fuße desselben, und ein Centner ist an einerley Stelle der Erdfläche schwerer als ein Pfund.

Ein Körper ist **specifisch oder eigenthümlich schwerer** (specifice grauius), als ein anderer, wenn er bey einerley Raumesinhalte mehr, als der andere Körper wiegt. Daraus schließt man, daß jener mehr Materie als dieser enthalte oder daß er dichter sey. M. s. **Dichte, Schwere, specifische**.

Schwere, allgemeine s. **Gravitation**.

Schwere der Erdkörper (grauitas, grauitas corporum terrestrium, gravité des corps terrestres ou sublunaires, pésanteur). Mit diesem Nahmen bezeichnet man die Erscheinung, wobey alle Körper auf der Oberfläche der Erde ein Bestreben zeigen, in Richtungen herabzufallen, welche mit der Horizontalfläche des Ortes oder mit der Oberfläche des stillstehenden Wassers rechte Winkel machen. Es ist eine ganz allgemeine Erfahrung, daß Körper an allen Orten der Erdfläche von einer Höhe gegen die Erde frey herab-

herabfallen, daß sie Faden ausspannen, an welchen sie hängen, und daß sie die Unterlagen, auf welchen sie ruhen, drucken. Alle diese Richtungen aber, in welchen die Körper fallen, nach welchen sie den Faden spannen, und nach welchen sie die Unterlagen drucken, findet man beständig genau auf der Horizontalfläche des Ortes oder auf der stillstehenden Wasserfläche senkrecht. Selbst an denjenigen Orten, wo große Berge auf die Richtung frey herabfallender oder herabhangender Körper Einfluß haben, ist die Richtung stets gegen die Wasserfläche senkrecht, weil die Gebirgsmassen den nämlichen Einfluß auf den Stand des Wassers haben.

Wäre die Erde eine vollkommene Kugel von durchaus gleichförmiger Masse, so würden alle auf der Fläche senkrecht stehende Linien in ihrem Mittelpunkte zusammenkommen, und die Körper gegen den Mittelpunkt der Erde schwer seyn. Auf einem Sphäroid aber werden dergleichen senkrechte Linien (fig. 58.), wie eg, df mit den Halbmessern der so genannten Krümmungskreise oder mit den Normallinien, welche durch die Mitte der Krümmungskreise gehen, zusammenfallen. Für diejenigen Stellen allein, welche unter den Polen p und q und im Aequator a b liegen, gehen die Halbmesser der Krümmungskreise zugleich durch den Mittelpunkt c des Sphäroids selbst; an diesen Stellen sind daher auch die Körper nur gegen den Mittelpunkt der Erde schwer, an allen übrigen Stellen aber sind sie gegen andere Punkte, welche in den Normallinien liegen, schwer. Es werden nämlich die Körper gegen alle Theile der ganzen Erdmasse zu sollicitiren angetrieben, welche nach unendlich verschiedenen Richtungen auf allen Seiten um die Normallinie herumliegen, und daraus entsteht eine mittlere Richtung nach der Normallinie selbst. Es ist daher die Bewegung der Körper, welche aus dem freyen Falle derselben erfolget, keine einfache, sondern eine unendlich zusammengesetzte Bewegung.

Die Schwere an einerley Orte der Erdfläche bleibt sich immer gleich, es mag der Körper, welcher durch die Schwere gegen die Erde getrieben wird, aus viel oder wenig Materie beste-

bestehen, indem ein jeder Theil eines Körpers ein gleiches Bestreben gegen die Erde herabzufallen mit dem ganzen Körper hat. Die Gesetze, welche ein jeder Theil eines Körpers, oder der ganze Körper selbst beym Herabfallen befolget, sind umständlich unter dem Artikel, **Fall der Körper**, angeführet worden. Uebrigens wirkt die Schwere stets und ununterbrochen auf die Körper, so daß auch diese vermöge der Schwere, wenn sie unterstützet sind, wirksam seyn müssen; sie üben nämlich einen Druck auf die Unterlage aus, und sinken auch wirklich gegen die Erde herab, wenn die Unterstützung weggenommen wird. Hierbey ist aber die Menge der Theile, woraus der Körper zusammengesetzet ist, nicht mehr gleichgültig. Denn weil die Unterstützung alle Theile des Körpers halten muß, so leidet sie auch einen desto größern Druck, je mehr Theile der Körper besitzet, oder je größer seine Masse ist. Die bestimmte Größe dieses Drucks nennt man das **Gewicht** des Körpers. M. s. **Gewicht**. Schwere und Gewicht müssen also wohl von einander unterschieden werden; denn die Schwere afficirt einen jeden Theil eines Körpers auf gleiche Art, und das Gewicht als Wirkung der Schwere ist die Summe aller schweren Theile.

Weil alles das, was Bewegung hervorbringt, oder hemmt, Kraft genennt wird, so betrachtet man auch die Schwere als eine Kraft. Diejenige Kraft, welche in jedem einzelnen Theil einer Masse wirkt, nennt man eine **beschleunigende**, und die in eine ganze Masse wirkt, **bewegende Kraft**. Es ist daher die Schwere eine beschleunigende, und Gewicht eine bewegende Kraft; man kann also das Gewicht als ein Produkt aus der Schwere in die Menge der Materie eines Körpers darstellen. M. s. **Kraft, beschleunigende, Kraft, bewegende**.

Die Bewegung, welche durch die beschleunigende Kraft der Schwere bewirket wird, ist eine gleichförmig beschleunigte; denn die Schwere wirkt stetig auf den Körper, folglich wird auch der Zuwachs der Geschwindigkeit des fallenden Körpers im gleichen Verhältnisse mit der Zeit größer. Die

Größe

Größe der Schwere aber wird durch die Geschwindigkeit bestimmt, womit der frey fallende Körper in einer als Eins angenommenen Zeit, als z. B. in einer Sekunde, einen Weg zurückleget. Wenn man die Größe der Schwere in unsern Gegenden, wo sie die Körper in einer Sekunde durch 15 625 Sekunden treibt, = 1 setzt, so lassen sich die Schweren an andern Orten der Erdfläche durch Zahlen ausdrücken. Es verhalten sich nämlich diese, wie die Längen der Sekundenpendel an diesen Orten. M. s. Pendel (Th III. S 821.). Nimmt man also, wie daselbst angeführet ist, die Länge des Sekundenpendels unterm Aequator, in Paris und unterm Pole, 439,10 Linien, 440 57 Linien und 441,69 Linien, so ergibt die Schwere

unterm Aequator	=	0,99666 Linien
in Paris	=	1,00000 ——
unterm Pole	=	1,00254 ——

In den höhern Gegenden findet man die Schwere der Erdkörper geringer, als in den niedrigern. Dieß wurde von Newton zuerst bestätiget, indem er fand, daß sie sich bis zum Monde erstrecke, und denselben in einer Minute 15 bis 16 Fuß gegen die Erde treibe, da sie bey uns die Körper in eben der Zeit durch 60. 60. 15 Fuß oder 3600 Mahl weiter treiben würde. Hieraus folgt also, daß die Schwere in einer Entfernung vom Mittelpunkte der Erde, welche 60 Erdhalbmesser beträgt, nur den 3600sten Theil von der Schwere der Körper auf der Erdfläche ausmacht, und daß sie folglich im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung vom Mittelpunkte der Erde abnimmt. Weil nun die Gravitation der Himmelskörper gegen einander überhaupt nach eben diesem Gesetze sich richtet, so hielt auch Newton die Schwere der Erdkörper als einen besondern Fall von der allgemeinen Erscheinung der Gravitation. M. s. Gravitation. Dieses Gesetz ist nachher selbst auf der Erdfläche durch Versuche mit dem Pendel völlig bestätiget gefunden worden. Auf solchen Bergen nämlich, deren Höhen in Vergleichung mit dem Halbmesser der Erde nicht ganz unbeträcht-

unbeträchtlich sind, muß die Schwere, folglich auch die Länge des Pendels geringer, als unten am Fuße derselben seyn. Wirklich fand auch **Bouguer** in einer Höhe von 1500 Toisen die Länge des Sekundenpendels 438,82 Linien, in einer Höhe von 2400 Toisen 438,69 Linien, da sie am Ufer des Meeres 439,10 Linien war. M. s. **Pendel**.

Daß die Schwere an verschiedenen Orten der Erdfläche verschieden ist, das rühret von zwey Ursachen her: ein Mahl wegen der abgeplatteten Gestalt der Erde, welche macht, daß die Mittelpunkte der Anziehung, gegen welche die Theile der Oberfläche der Körper schwer sind, von diesen Theilen nicht gleich weit abstehen. Nach **Newton** *) muß auf einem elliptischen Sphäroid, dessen Axe zum Durchmesser im Verhältnisse 100 : 101 sich befindet, die Schwere am Ende der Axe zur Schwere am Ende des Diameters im Verhältnisse 501 : 500 seyn. Hierbey muß aber vorausgesetzet werden, daß die Erde ein ruhendes Sphäroid wäre. Die andere Ursache ist die Schwungkraft, welche von der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Axe herrühret. Diese wirket der Schwere entgegen, und ist unter dem Aequator am größten, nimmt aber gegen die Pole zu ab, und verschwindet selbst in den Polen. Unter dem Aequator vermindert sie die Schwere um ihren 289sten Theil. M. s. **Schwungkraft**. Beyde Ursachen verbinden sich so, daß immer eine mit auf die andere wirkt. Wenn nämlich die Erde flüssig wäre, so gibt die Schwungkraft derselben ihre Gestalt. Denn durch den Schwung muß sie sich nothwendig so lange verändern, bis die flüssigen Säulen (fig. 58.) pc und bc, welche sich vom Pole p und vom Endpunkte des Aequators b bis zur Mitte c des Sphäroids erstrecken, mit einander das Gleichgewicht halten. **Newtons** Berechnung hierüber ist folgende: zuerst betrachtet er die Erde als ein Sphäroid, in welchem sich pc : bc = 100 : 101 verhält, und wo die Schwere, wenn es ruhete, in pc und bc = 501 : 500 seyn würde. Weil nun der Druck flüssiger Mate-

rien

*) Princip. L. III. propos. 19.

rien nach dem Produkte der Schwere in die Menge der Materie oder in die Höhe der Säulen zu schätzen ist, so würde hierbey der Druck der Säulen pc und bc, wie 501 × 100 : 500 × 101 d. i. 501 : 505 verhalten. Wenn also dieß Sphäroid durch den Schwung im Gleichgewichte erhalten werden sollte, so müßte selbiger so groß seyn, daß er die Schwere der Masse in bc von 505 auch 501 herabbrächte, oder um $\frac{4}{505}$ verminderte. So stark ist aber bey der Erde die Schwungkraft nicht; sie vermindert nämlich die Schwere bey bc nur um $\frac{1}{289}$; daher kann auch bey ihr das Verhältniß pc : bc = 100 : 101 nicht Statt haben, oder die Abplattung nicht völlig $\frac{1}{100}$ betragen. Um aber die wirkliche Abplattung der Erde zu finden, schließt Newton nach der Regel Detri: eine um $\frac{4}{505}$ vermindernde Schwungkraft würde den Ueberschuß von bc über pc = $\frac{1}{100}$ geben, wie groß wird der Ueberschuß von einer um $\frac{1}{289}$ vermindernden Schwungkraft seyn? Man findet

$$\frac{4}{505} : \frac{1}{100} = \frac{1}{289} : \frac{1}{229}, \text{ d. h.}$$

der Ueberschuß von bc über pc beträgt $\frac{1}{229}$; oder bc : pc = 230 : 229.

Nach Bestimmungen des Herrn la Place würden die Messungen der Meridiangrade eine größere Abplattung als $\frac{1}{318}$ geben, und die Messungen des Pendels eine Abnahme der Schwere von den Polen nach dem Aequator anzeigen, welche kleiner als 0,00694, und nur 0,00555 gleich sey; daher vereinigten sich die Messungen der Grade und des Pendels, um zu zeigen, daß die Schwere nicht gegen einen einzigen Punkt gerichtet sey; und dieß sey folglich ein Erfahrungsbeweis für den Satz, daß die Schwere aus den Anziehungen aller Elemente der Erde zusammengesetzet sey.

Wie sich aber die Schwere eines solchen Ellipsoids an verschiedenen Stellen der Erde verhalten müssen, wenn es durch den Schwung ins Gleichgewicht und in Beharrungsstand gekommen ist, das lehret die Anwendung der Mathematik, womit sich schon Newton beschäftiget hatte, und welche nachher Maclaurin, Clairaut, Simpson, Da-

lembert

lembert weiter fortgesetzet, P. Frisi *) aber im Zusammenhange vorgetragen hat. Hierbey ist jedoch angenommen worden, daß die Erdmasse, wenigstens in gleichen Abständen vom Mittelpunkte der Erde, gleiche Dichtigkeit besitze. Merkwürdig ist es übrigens, daß die beobachteten Veränderungen der Pendellängen an verschiedenen Stellen der Erdfläche dem Gesetze des Quadrats des Cosinus der Breite ziemlich genau folgen, wovon aber die Veränderungen der Meridiangrade merklich abweichen. Herr la Place hat von dieser Erscheinung eine sehr einfache Erklärung durch die allgemeine Theorie der Attraction der im Gleichgewichte befindlichen Sphäroiden gefunden; diese zeiget, daß die Stücke, welche in dem Werthe des Erdhalbmessers von diesem Gesetze abweichen, in dem Ausdrucke der Schwere merklicher, und in dem Ausdrucke der Grade noch merklicher werden, wo sie Werthe bekommen können, welche groß genug sind, um die Erscheinung hervorzubringen. Diese Theorie lehret ferner, daß die Grenzen der ganzen Zunahme der Schwere, welche am Aequator für die Einheit angenommen, die Produkte aus 2 und aus $\frac{5}{4}$ durch das Verhältniß der Schwungkraft zur Schwere seyen; die erste dieser Grenzen beziehe sich auf den Fall, wo die Schichten im Mittelpunkte unendlich dicht wären, die zweyte aber auf die Gleichartigkeit der Erde. Daß die beobachtete Zunahme zwischen diese Grenzen fällt, zeigt an, daß die Dichtigkeit der Schichten des Erdsphäroids in eben dem Maße zunimmt, als sie sich dem Mittelpunkte nähern, was auch den Gesetzen der Hydrostatik gemäß ist. Es thut also diese Theorie den Beobachtungen so gut Genüge, als man es bey der Unwissenheit, worin wir uns in Ansehung der Beschaffenheit des Innern der Erde befinden, nur verlangen kann. Dieser Uebereinstimmung zu Folge kann man bey Berechnung der Veränderungen der Schwere und der Parallaxe eine elliptische Gestalt der Erdmeridiane annehmen,

*) De grauitate vniuersali corporum libri III. Mediol. 1768. 4maj. L. II. cap. 2.

men, deren Abplattung dem Ueberschusse des Bruchs $\frac{1}{1152}$ über die ganze Zunahme der Schwere vom Aequator bis zu den Polen gleich ist.

Indessen bleibt es aber doch immer sicherer, die Größen der Schwere durch bloße Versuche mit dem Pendel zu bestimmen, wovon bereits unter dem Artikel, Pendel, Unterricht ist ertheilet worden.

Veränderungen der Schwere an ein und dem nämlichen Orte der Erdfläche sind noch nie bemerket worden. Doch ist es aber unläugbar, daß der Stand des Mondes und der Sonne auf die Schwere und das Gewicht der Körper Einfluß hat, wie die Bewegung des Weltmeeres beweiset. M. s. Ebbe und Fluth. Allein dieser Einfluß ist bey den gewöhnlichen uns umgebenden Körpern so gering, daß er nur bey großen flüssigen Massen wahrgenommen werden kann. Die Körper fallen daher an eben demselben Orte noch eben so geschwind, wie sonst, herab, und die Länge des Sekundenpendels ist noch eben dieselbe. Sonst verursachet die Schwere der Körper gegen die Erdfläche, daß kein Körper bey aller nur möglichen Bewegung von selbiger entfliehen kann, und daher mit dieser in einer beständigen Verbindung bleiben muß. Eine negative schwere Materie würde, wenn sie auf unserer Erde entstünde, sogleich entfliehen, und sich ganz vom Erdballe verlieren. Ob es eine solche gebe, ist nicht nöthig, hier zu untersuchen; wenigstens nöthiget uns die Erfahrung nicht, eine solche anzunehmen. Auch die übrigen Weltkörper werden durch eine Schwere ihrer Theile gegen die übrige Masse zusammengehalten, und zu Kugeln oder Sphäroiden gestaltet. M. s. Gravitation.

Das Gesetz der Schwere, daß sie nämlich im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats vom Mittelpunkte abnimmt, ist das Gesetz aller Ausflüsse, welche von einem Mittelpunkte ausgehen, dergleichen das Licht ist; es scheinet sogar, daß alle Kräfte, deren Wirkung sich auf merkliche Entfernungen äußert, diesem Gesetze folgen. Auch hat man in den neuern Zeiten gefunden, daß die elektrischen und magnetischen Anziehun-

ziehungen und Abstoßungen im Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen abnehmen.

Weil die Schwere der Erdkörper eine so wichtige Erscheinung ist, so hat es gar nicht fehlen können, an eine Ursache dieses Phänomens zu denken. Man hat mehrere Hypothesen darüber aufgestellet, aber noch keine einzige hat das Glück gehabt, die Ursache auf eine genugthuende Art dadurch zu zeigen. Bey den Alten findet man keine deutliche Spuren, auf welcher Ursache die Schwere beruhe. Aristoteles sagte bloß, es gebe zweyerley Körper, schwere und leichte; jene besäßen nämlich einen Trieb nach dem Mittelpunkte zu gehen, und diese einen, denselben zu fliehen. Allein diese Aeußerungen sind, selbst als Phänomene betrachtet, nicht richtig. Plutarch *) führet in einigen Stellen an, daß man die Schwere der Körper nicht von einer geheimen Kraft des Mittelpunktes abgeleitet, sondern vielmehr den um den Mittelpunkt versammelten körperlichen Theilen, welche unter sich eine gewisse Verwandtschaft besäßen, zugeschrieben habe: at enim, sagt er, si omne corpus graue eodem fertur, et ad centrum suum omnibus partibus vergit: terra non vt centrum vniuersi potius, quam totum, sibi omnia grauia vt suas partes vindicabit; argumento est, erit vergentium, quibus non medium mundi causa est suorum momentorum, sed cognatio cum terra, a qua vi repulsa, rursum ad eam se conferunt; sicut enim sol omnes partes, ex quibus constat, ad se convertit, et lapidem terra vt sibi conuenientem accipit, et fert ad eum; itaque horum vnum quodque temporis progressu vnitur cum ea et coalescit etc. Auch war der Begriff von der allgemeinen Schwere den Alten nicht unbekannt. M. s. Gravitation. Die Scholastiker betrachteten des Aristotelis Angaben als eine Erklärung, und setzten die Schwere und Leichtigkeit mit zu den verborgenen Qualitäten; einige läugneten die Schwere gänzlich, und glaubten, daß die Körper nur darum herabfielen,

 und

*) De facie, quae orbe lunae apparet.

und die Unterlage druckten, weil sie nicht so leicht, als andere wären.

Den Gedanken, die Schwere auf eine mechanische Art zu erklären, scheint **Kepler** α) zuerst gehabt zu haben. Er nimmt nämlich an, daß gewisse um den Mittelpunkt der Erde herum bewegte seine Ausflüsse (spiritus, effluuia spirantia) die Körper senkrecht gegen die Erdfläche niedertrieben. Diese Ausflüsse beschreibet aber Kepler so dunkel und mit solchen dichterischen Ausdrücken, daß man fast glauben sollte, er hätte darunter Geister gemeinet. Auch haben ihn wirklich einige so verstanden. So sagt **Saverien** β), **Kepler** nehme Geister an, welche die Körper gegen den Mittelpunkt der Erde herabzögen, und wolle damit zugleich anzeigen, daß die Ursache der Schwere außer der Grenze unseres Wissens läge. Allein **Kepler** hat hieran gewiß nicht gedacht; seine allzu große Einbildungskraft verleitete ihn bloß, besonders bey versuchten Erklärungen, zu dichterischen Ausdrücken. Indessen hat doch **Keplers** Gedanke, die Schwere der Körper durch Ausflüsse aus der Erde zu erklären, mehrere angereitzet, ähnliche Erklärungen zu versuchen, welche viel Aufsehen gemacht haben.

Gassendi nahm gewisse Ausflüsse einer Materie an, welche aus der Erde wie Strahlen hervorgingen, und die Körper nach selbiger hinzögen. Andere, wie z. B. **Casatus**, behaupteten, die Körper besäßen nur dieserwegen eine Schwere, weil sie sich nicht an ihrem rechten Orte befänden. Nach diesem hätten sie ein Bestreben hinzugehen, und wenn sie selbigen einmahl erreichet hätten, so würde man an ihnen keine Schwere mehr gewahr werden.

In dem mechanischen Systeme der Physik von **Cartesius** γ) begreift die Erklärung der Schwere einen beträchtlichen Theil. Er sagt, die Kügelchen des ersten und zweyten Elementes haben ein Bestreben, in geraden Linien fortzugehen;

α) Epitome astron. Copernic. Lentiis et Danub. 1618. 8. L. I. p. 95.
β) Diction. de mathem. et de phys. art. *pésanteur.*
γ) Princip. philos. L. IV. prop. 19. 20 seq.

gehen; die grobe Masse der Erde aber ist ihnen ein Hinderniß dagegen, wodurch sie gezwungen werden, sich dahin zu bewegen, wo ihnen die Zwischenräume der groben Theile Wege offen lassen; jedoch behalten sie wenigstens das Bestreben, sich diese Wege so geradlinicht und kurz als möglich zu machen. Dieß hat Statt, wenn die ganze Masse, die sie daran hindert, kugelförmig ist. Wenn nun ein Theil dieser kugelförmigen Masse über der Oberfläche hervorraget, so stoßen die Kügelchen gegen selbigen mit größerer Gewalt, als gegen die übrige Oberfläche, und treiben ihn nieder; wenn hingegen ein Theil der Kugelfläche vertieft liegt, so stoßen die inwendig durchgehenden Kügelchen gegen ihn, und treiben ihn nach der Fläche zu. Dieß ist der Grund von der Kugelgestalt der Erde und der Schwere gegen den Mittelpunkt, so wie auch die runde Gestalt der Tropfen davon herrühret. Sollte in der Luft ein Körper von mehr grober Masse, als ein gleiches Volumen Luft schwimmen, so findet die feine Materie zum Durchgange weniger Wege in ihm, als sie finden würde, wenn an seiner Stelle Luft wäre. Daher sucht sie sich augenblicklich einen freyen Durchgang dadurch zu verschaffen, daß sie den gröbern Körper niedertreibt, und an dessen Stelle Luft bringt. Mithin richtet sich das Gewicht nicht nach der Masse des Körpers, sondern vielmehr nach dem Unterschiede zwischen den Mengen der Kügelchen des ersten und zweyten Elements und der gröbern Materie, welche sich in dem Raume des schweren Körpers und in einem gleichen Volumen des ihn umgebenden Mittels aufhalten können. So besitzet vielleicht das Gold nur 4 bis 5 Mahl mehr grobe Masse, als das Wasser, ob es gleich 19 Mahl schwerer ist, indem die Wassertheile in einer beständigen Bewegung sind, folglich mehr feine Materie durchlassen, und in Vergleichung mit den festen Körpern eine größere Leichtigkeit haben.

So trägt Cartesius die Ursache der Schwere selbst vor. Deutlicher ließe sich diese seine Hypothese in Verbindung mit seinem ganzen Systeme kurz so ausdrücken: um die Erde be-

weget sich beständig eine sehr feine flüssige Materie mit einer ungemein großen Schnelligkeit im Wirbel herum, und reißt dadurch die übrigen Körper, weil sie sich nicht eben so geschwind mit bewegen können, nach dem Mittelpunkte der Erde zu. Allein dieser Hypothese stehen außer andern Gründen besonders folgende beyden entgegen: 1) Hätte die feine Materie eine wirklich so schnelle Bewegung um die Erde, daß sie die Körper mit der Gewalt niedertreiben könnte, so würde sie die Körper nicht nach dem Mittelpunkte der Erde zu treiben, sondern sie vielmehr mit Heftigkeit fortreißen, und ihnen eben die Richtung in ihrer Bewegung geben, mithin selbige mit um die Erde herum nehmen; 2) Ein Wirbel, welcher sich mit dem Aequator parallel beweget, kann die Körper nicht nach dem Mittelpunkte der Erde, sondern vielmehr gegen die Axe derselben zu treiben, und die Richtungen der Schwere würden nicht auf der Erdfläche, sondern beständig auf der Axe der Erde senkrecht stehen.

Huygens *) suchet zwar die Cartesianische Theorie von der Ursache der Schwere dadurch zu verbessern, daß er annimmt, die feine schwermachende Materie bewege sich nicht mit dem Aequator parallel, sondern vielmehr in dem sphärischen Raume, in welchem sie enthalten sey, nach allen möglichen Richtungen. Dadurch würden sich diese Bewegungen selbst hindern, und so lange verändern, bis die ätherische feine Materie solche Richtungen erhalten hätte, die beständig nach größten Kreisen hingingen, welche sich einander allerwärts schnitten. Durch dergleichen Bewegungen der flüssigen Materie würde nun wohl bewirket werden können, daß die Körper nicht mit um die Erde getrieben würden, weil nach einer jeden Richtung der Trieb, welchen die Körper, sich fort zu bewegen, erhielten, durch einen gerade entgegengesetzten gleich großen vernichtet wird; auch würden die Körper nach dem Durchschnitte aller Axen der größten Kreise auf der Kugel d. i. nach dem Mittelpunkte der Erde hingetrieben. Allein eine solche Bewegung der schwermachenden Materie

*) Diss. de causa grauitatis, in seinen opp. reliq. Tom. I. p. 93 seq.

Materie ist an sich unmöglich, daher auch selbst die eifrigsten Anhänger des Cartesius mit dieser Vorstellung der Theorie nicht zufrieden gewesen sind.

Indessen erkläret Huygens aus der Annahme einer schwermachenden Materie glücklich, wie eine Kreisbewegung Körper, die ihr nicht schnell genug folgen, nach dem Mittelpunkte treibe. Es erhält nämlich die flüssige Materie durch die Bewegung eine Schwungkraft, welche dem Quadrate ihrer Geschwindigkeit proportional ist; wenn sie nun an einen Körper stößt, welcher sich langsamer und mit geringerer Schwungkraft beweget, so muß dieser jenem Stoße ausweichen, und die Theile der schneller bewegten Materie nehmen nach einander seine Stelle ein, bis sie ihn ganz in den Mittelpunkt verdrängt haben. Dieses wird durch folgenden Versuch von Huygens bestätiget. Ein cylindrisches Gefäß von 8 bis 10 Zoll Durchmesser und 4 bis 5 Zoll Höhe füllte er mit Wasser, that kleine Stückchen Siegellack hinein, verschloß es mit einem Deckel, und setzte es auf eine runde Scheibe, die er sehr schnell durch eine Maschine in Umlauf bringen konnte. Nachdem nun die umdrehende Bewegung eine Zeit lang gedauert hatte, und alle im Glase enthaltene Materie völlig in Umlauf versetzet war, so sistirte er augenblicklich die Bewegung. Das Wasser, welches sich noch eine Zeit lang fortbewegte, trieb das Siegellack, welches seine Bewegung verloren hatte, von allen Seiten her gegen den Mittelpunkt des Bodens zu. Hamberger [a]) hat diesen Versuch noch genauer untersuchet. Weil nun die Schwere 289 Mahl größer ist als die Schwungkraft, die aus der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Axe im Aequator entstehet, so schließt Huygens, daß sich die Geschwindigkeit des Umlaufs der schwermachenden Materie zur Geschwindigkeit der täglichen Umdrehung der Erde, wie die Quadratwurzel aus 289 d. i. wie 17 zu 1 verhalten müsse.

 Andere

a) Diss. de experimento ab *Hugenio* pro causa grauitatis explicanda inuento. Jenae 1723. 4.

Andere Anhänger des Cartesius haben versuchet, durch einige Abänderungen in diesen Erklärungen die Cartesianische Hypothese, die Schwere durch den Stoß einer schwermachenden Materie zu erklären, auf alle mögliche Art mit Gründen zu unterstützen. Allein es würde zu weitläuftig seyn, sie alle anzuführen. So stellt sich Bülfinger [α]) vor, die feine Materie drehe sich nicht nur um zwey Axen zugleich, die sich beyde unter rechten Winkeln schneiden, sondern sie bewege sich auch überdem um jede dieser Axen nach entgegengesetzter Richtung. Daraus würden also vier besondere Wirbel entstehen, welche sich durchkreuzen und gegen einander laufen, ohne sich zu stören. Nach Jakob Bernoulli [β]) stemmen sich die Säulen der feinen flüssigen Materie vermöge ihrer Schwungkraft gegen die Materie im Himmelsraume, und treiben dadurch Körper, die eine geringere Schwungkraft haben, zurück. Varignon [γ]) meinet, die Schwere rühre vom ungleichen Drucke der schwermachenden Materie auf den Körper her, und glaubt, wenn ein Körper von der Erde so weit entfernet wäre, daß unter ihm und über ihn gleich hohe Säulen der flüssigen Materie befindlich wären, so müsse er still stehen, und in noch größern Entfernungen würde der Körper sogar von der Erde entfliehen, wenn die untere Säule höher werde. Villemot [δ]) leitet die Schwere auf eine ihm eigene Art von dem Drucke eines Centralfeuers, oder einer siedenden Materie im Mittelpunkte ab. Johann Bernoulli [ε]) bemühet sich, die Wirbel mit dem Newtonischen Gesetze der Gravitation und den Keplerischen Regeln zu vereinigen, und nimmt daher an, in der Mitte der Erde sowohl, als auch in der Mitte eines jeden andern Planeten befinde sich eine Centralsonne, aus welcher die feinste Materie

α) De causa grauitatis physica generali disq. experim. im recueil des pièces, qui ont remportés les prix. Tom. I. depuis 1720–1728. Paris. 4.

β) De grauitate aetheris. Amstel. 1683. 8. p. 75.

γ) Conjectures sur la pesenteur. 1691. 8.

δ) Nouvelle explication du mouvement des planètes.

ε) Nouvelle physique coeleste in oeuvr. Tom. III. nr. 146.

rie in geraden Strahlen ausströme, aber in kleinen Flocken, von 3, 4 und mehreren Kügelchen zusammen, zurückkehre. Diese Flocken bilden einen Centralstrom, und weil sie wegen ihrer Größe durch die Körper nicht frey gehen können, so stoßen sie gegen die kleinsten Theile derselben an, und treiben diese gegen den Mittelpunkt, oder gegen die Centralsonne nieder.

Man sieht hieraus, welche Mühe man sich gegeben hat, Cartesius Hypothese von der Ursache der Schwere aufrecht zu erhalten. Allein alle diese, welche die Schwere aus dem Druck oder Stoß einer flüssigen Materie ableiten wollen, haben überhaupt gegen sich, daß eine solche Materie bloß angenommen, und durch keine Erfahrung bestätigt ist; daß durch die Annahme der schwermachenden Materie die eigentliche Ursache der Schwere nur weiter hinausgeschoben wird, indem man noch immer zu fragen berechtiget ist, wie die schwermachende Materie ihre Bewegung erhalten habe? so daß sie den Körpern gleichmäßige Bewegung mittheilen könne; daß ein Stoß unmöglich in bewegte Körper eben so, wie in ruhende, wirken könne, welches doch die Schwere thut; und daß endlich das Gewicht der Körper sich nicht nach der Oberfläche, sondern nach der Masse richtet; daher müßte die schwermachende Materie die Körper durchdringen, und zugleich auf alle Theile desselben wirken und in Bewegung setzen können. Dessen ungeachtet hat es selbst Newton nicht für unmöglich gehalten, daß die Gravitation und Schwere durch Stoß oder Druck bewirket werden könne. Jedoch hat er sich mit Untersuchungen solcher Hypothesen nicht weiter beschäftiget, und mehr die Gesetze der Gravitation und der Schwere entwickelt. Newton konnte aber unmöglich diese Gesetze so vollkommen genau bestimmen, wenn er nicht stillschweigend voraussetzte, daß der Materie als Materie Anziehung zukommt, welche die ganze Masse afficiret. Daher kam es auch, daß seine Anhänger die Schwere als eine wesentliche Eigenschaft der Materie betrachteten, welche gar keine weitere Ursache habe. Weil aber damahls die Cartesianer in

dieser Aeußerung der Newtonianer wieder verborgene Qualitäten, die Cartesius mit der gesammten scholastischen Philosophie gestürzet hatte, wieder zu finden glaubten, so wurde das Newtonische System um so mehr anfänglich verächtlich betrachtet, und das Cartesianische mit dem größten Eifer vertheidiget. Selbst da man Newton's Sätze gar nicht mehr abläugnen konnte, suchte man die cartesianischen Wirbel auf seltsame Art damit zu vereinigen. Nachdem aber endlich Newton's System mit allgemeinem Beyfall aufgenommen wurde, so haben sich auch die Hypothesen über die Ursache der Schwere vermindert. Noch eine sehr geheimnißvolle Erklärung gibt Cadwallader Colden *).

Die meisten Vertheidiger von Newton's Systeme haben jedoch die Aeußerung derer, welche die Anziehung als eine wesentliche Eigenschaft der Materie betrachteten, und welche Newton selbst nicht wagte, nicht geachtet, und beständig geglaubt, daß das Phänomen der Gravitation und der Schwere noch nicht einfach genug sey, um sie als die letzte Ursache anzusehen, und die Möglichkeit einer weitern Ursache gänzlich aufzugeben. M. s. Gravitation.

Nachdem man nun eine geraume Zeit mit Bestimmung und Entwickelung der Newtonischen Theorie sich beschäftigte, und seit dieser Zeit wenig auf eine etwanige Ursache der Gravitation und der Schwere dachte, so hat doch in den neuern Zeiten Herr le Sage in Genf eine ganz neue Theorie zu entwerfen gesuchet, welche den ganzen Mechanismus der bekannten Naturgesetze erklären soll, und welche ganz nach Cartesianischem Geschmacke abgefaßt ist. Herr de Lüc hat in seinen Werken schon einiges hiervon hier und da berühret, und viel Lobeserhebungen davon gemacht. Systematischer und zusammenhängender ist diese Theorie vom Hrn. Prevost zu

*) Erklärung der ersten wirkenden Ursache in der Materie und der Ursache der Schwere. Aus dem Englischen von Kästner. Hamburg 1748. 8.

zu Genf *) vorgetragen worden, wovon das nöthigste bereits unter dem Artikel, **Grundkräfte**, angeführet ist. Was nun die Schwere der Erdkörper besonders betrifft, so führet Herr le Sage an, die von Galiläi bestimmten Gesetze fallender Körper folgten eben nicht nothwendig aus der Erfahrung, und die Versuche würden eben so ausfallen, wenn die Fallräume in andern Verhältnissen z. B. wie die Trigonalzahlen zunähmen; man dürfe also nicht schließen, daß die Schwere stetig und ununterbrochen wirke. Bey Gelegenheit dieses Gesetzes sagt Herr de Lüc, wenn dieß Gesetz auch um vieles (hier um 100 Zeitatomen) von dem längst bekannten und erwiesenen Gesetze des Galiläi abweiche, so sey doch diese Differenz so gering, daß es unmöglich werde, in der Beobachtung eines vom andern zu unterscheiden. Herr Kästner β) hat Herr le Sage Gedanken weiter zergliedert, und bemerkt, daß man bey der Lehre von der Schwere allerdings Stetigkeit, so wie diese die Erfahrung ganz unwiderleglich beweise, annehmen müsse, und daß ohne diese Bestimmungen alles, was man immer rechnen möchte, nicht Erklärung, sondern willkührliche Erdichtung seyn würde.

Endlich hat Herr Kant γ) aus richtigen metaphysischen Gründen erwiesen, daß Anziehung überhaupt eine wesentliche Eigenschaft der Materie als Materie sey, und die Schwere in einem bloßen Bestreben bestehe, nach der größern Gravitation sich hin zu bewegen. Diesen Gründen zu Folge ist also die anziehende Kraft der Materie eine Grundkraft derselben und weiter keiner Erörterung fähig, und die Schwere der Erdkörper liegt bloß in der anziehenden Kraft der Erde, welche die Körper gegen sie hin beschleuniget. Gewicht der Körper ist folglich hiernach bloß die Wirkung der Schwere, die sich natürlich nach der Masse richten muß. So weit uns die

*) Vom Ursprunge der magnetischen Kräfte. A. d. Französ. übers. von Bourguet.

β) Prüfung eines vom Herrn le Sage angegebenen Gesetzes fallender Körper, im deutsch. Museum, Jan. 1776. Auch in der Uebers. des de Lüc über die Atmosphäre. B. II. S. 658.

γ) Metaphysische Anfangsgründe der Naturlehre. Riga. 8.

die Erfahrung belehret, so ist Anziehen und Zurückstoßen die Triebfeder der ganzen belebten Natur; daher sind wir auch berechtiget, beyde als den Grund aller Naturbegebenheiten zu betrachten.

Gegen diese Theorie des Herrn **Kant** hat man in den neuesten Zeiten verschiedene Einwürfe gemacht. In Rücksicht der Anziehungskraft, welche zur Bildung der endlichen Materie nöthig ist, erinnert Herr **Schelling** *), daß dieser bestimmte Grad der Anziehung, um die Repulsivkraft auf diesen bestimmten Raum einzuschränken, verwendet werde; mithin werde sie sich an dieser Repulsivkraft erschöpfen, und nicht auf andere Materie außer ihrer Sphäre nach anziehende Kraft ausüben können, wie **Kant** behauptet habe. Er bemühet sich daher zu beweisen, daß die Anziehung aller Materie (ich meine die der Himmelskörper) gegen einander nur scheinbar sey, und daß die letzte Ursache aller Bewegung in der Natur eine allgemeine Schwerkraft sey. Dieser seiner Theorie zu Folge nimmt er drey Grundkräfte, nämlich, **anziehende, zurückstoßende und Schwerkraft** an. Es würde hier der Raum viel zu gering seyn, um seine Gründe einer nähern Prüfung zu unterwerfen, besonders da er aus einem ganz andern Gesichtspunkte, als **Kant** gethan hat, ausgehet. Vielleicht werde ich an einem andern Orte mehr davon sprechen können.

M. s. *Newtoni* philosophiae naturalis principia mathem. ex edit. P. P. *Jacquier* et *le Sieur* lib. III. propos. 19. 20. *Pauli Frisi*, Barnabitae, de grauitate vniversali corporum lib. III. Mediol. 1768. 4. Lib. II. cap. 2 et 4. *Ren. Descartes* principia philosophiae. Amstel. 1685. 4. Lib. IV. propos. 29 etc. *de Maupertuis* discours sur les differentes figures des astres, in oeuv. Lyon 1768. 8. Tom. I. p. 104 seq. **Wolf** vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur. Halle 1723. Cap. III. §. 82.

*) Erster Entwurf eines Systems der Naturphilosophie. Jena und Leipz. 1799. 8.

§. 82. Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre durch Lichtenberg. §. 108 f.

Schwere, eigenthümliche, specifische, eigenthümliches oder specifisches Gewicht (grauitas specifica, pondus specificum, pésenteur specifique, poids relatif). Unter dem specifischen Gewichte eines Körpers versteht man das Gewicht desselben von einem bestimmten Raumesinhalte im Verhältnisse mit dem Gewichte eines andern Körpers von demselben Inhalte. So ist das Gewicht eines Cubikzolles Quecksilbers etwa 14 Mahl größer, als das eines Cubikzolles Wassers, und eben jenes Gewicht in Vergleichung mit diesem bey einerley Raumesinhalte nennt man das specifische Gewicht. Ein Körper wird specifisch schwerer, als ein anderer, genennt, wenn er bey einerley Umfange mehr wiegt, mithin mehr Materie besitzet, und specifisch leichter, wenn er bey eben demselben Raumesinhalte weniger wiegt, als der andere.

Alle diese Begriffe sind relativ. Es läßt sich nicht angeben, wie groß das specifische Gewicht eines Körpers für sich ist; man kann bloß bestimmen, wie es sich zum Gewichte eines andern Körpers von gleichem Raumesinhalte verhalte. Wählt man daher einen bekannten Körper von gleichförmiger Dichte, und setzt dessen Gewicht bey einem bestimmten Volumen = 1, so läßt sich alsdann das specifische Gewicht eines jeden andern Körpers von gleichförmiger Dichte durch eine Zahl ausdrucken, welche angibt, wie viel Mahl es größer oder kleiner sey, als das zur Einheit angenommene Gewicht. Man hat zu diesem Behufe das reine Wasser dieserwegen gewählet, weil es bey einerley Wärmegrade auch einerley Gewicht zeigt. Setzt man also dieses = 1, so läßt sich das specifische Gewicht eines jeden andern Körpers durch eine Zahl ausdrücken; eigentlich ist aber diese Zahl der Exponent des Verhältnisses für das specifische Gewicht eines jeden Körpers gegen das specifische Gewicht des Wassers.

Um

Um das Verhältniß der specifischen Gewichte verschiedener Körper von gleichförmiger Dichte zu bestimmen, dienen folgende Sätze:

I. **Wenn zwey Körper einerley Umfang besitzen, so müssen sich ihre specifischen Gewichte zu einander verhalten, wie ihre absoluten Gewichte.** Dieser Satz folgt schon von selbst aus der Natur der Sache. Setzt man also die Gewichte beyder Körper P und p, und ihre eigenthümlichen Gewichte G und g, so hat man $P : p = G : g$.

II. **Besitzen beyde Körper gleiche specifische Gewichte, so verhalten sich ihre absoluten Gewichte, wie ihre geometrischen Größen.** Auch dieser Satz ist an und für sich klar. Denn vermöge der Voraussetzung muß ein Körper von dreymahl größerm Umfange auch ein dreymahl größeres Gewicht besitzen, als der andere u. s. f. Bedeuten daher ihre geometrischen Größen V, v, so hat man $P : p = V : v$.

Gedenket man sich nun noch einen dritten Körper, dessen geometrische Größe V, das Gewicht π, und das specifische Gewicht $= g$, so ergibt sich

für den ersten und dritten Körper $G : g = P : \pi$
für den zweyten und dritten —— $V : v = \pi : p$
mithin für den ersten und zweyten $GV : gv = P : p$ und

$$G : g = \frac{P}{V} : \frac{p}{v} \text{ d. h.}$$

die specifischen Gewichte zweyer Körper verhalten sich wie die Quotienten ihrer absoluten Gewichte durch ihre geometrischen Größen dividiret.

Völlig eben so verhalten sich auch die Dichtigkeiten der Körper, weil das Verhältniß ihrer Massen dem der absoluten Gewichte gleich ist. Es läßt sich daher die Dichtigkeit eines Körpers und sein specifisches Gewicht durch einerley Zahl ausdrücken. Die Zahl nämlich, welche das specifische Gewicht anzeiget, gibt zugleich die Menge der in dem Raume eines Cubikzolles oder Cubikfußes enhaltenen Menge der

Mate-

Materie an, und ihre Dichtigkeit (vorausgesetzt bey primitiver gleichförmiger Materie) verhält sich wie diese Menge, mithin auch diese wie das Gewicht dieser Menge.

Wenn zwey Körper von gleicher geometrischer Größe an einer genauen Wage abgewogen werden, so findet man dadurch unmittelbar das Verhältniß ihrer specifischen Gewichte (nach I.). Man sieht wohl, daß, um dieses Verhältniß mit der möglichsten Genauigkeit zu finden, es vorzüglich darauf ankommt, daß beyde Körper eine vollkommen gleiche geometrische Größe besitzen müssen. Allein in der Ausübung fällt es oft schwer, dieses genau in Erfüllung zu bringen; daher auch dieses Mittel, die Verhältnisse der specifischen Gewichte verschiedener Körper durchs Abwägen zu finden, keine zuverlässigen Resultate gewähren würde. Leichtere und genauere Methoden zeiget die Hydrostatik. Dabey ist aber vor allen Dingen vorauszusetzen, daß die hydrostatischen Bestimmungen der specifischen Gewichte der Körper bey einerley Temperatur der Atmosphäre gesuchet werden müssen. Denn bey verschiedenen Temperaturen würden die Körper verschiedentlich ausgedehnet werden, folglich würde auch der Bruch $\frac{P}{V}$ verschiedentlich ausfallen, und das Verhältniß dieser Quotienten d. h. das Verhältniß der specifischen Gewichte verschieden gefunden werden. Daher hätte eigentlich bey den Angaben der specifischen Gewichte von verschiedenen Schriftstellern angezeiget werden sollen, bey welchem Wärmegrade die Versuche angestellet wären. Ueberdem ist es auch nicht gleichgültig, jedes Wasser hierzu zu wählen, wenn man, wie gewöhnlich, das specifische Gewicht desselben = 1 annimmt. Am besten bedienet man sich zu diesen Versuchen des Regenwassers, welches, um recht genau zu gehen, destilliret seyn muß. Endlich hat man auch um der genauen Abwägung willen eine gute hydrostatische Wage nöthig (m. s. **Wage, hydrostatische**), und zur möglichsten Verminderung der Fehler die Abwägungen nicht mit allzu kleinen Massen

zu unternehmen, sondern vielmehr größere von 8 bis 10 Unzen zu gebrauchen.

Um das specifische Gewicht eines festen Körpers, welcher vom Wasser nicht aufgelöset wird, und in selbigem untersinkt, zu finden, wäget man selbigen in freyer Luft genau ab; hierauf versenket man ihn an der hydrostatischen Wage ins Wasser, und untersuchet, wie viel er von diesem Gewichte verlieret; endlich dividiret man das ganze Gewicht des Körpers durch das im Wasser verlorene, so gibt der Quotient das specifische Gewicht des festen Körpers in Vergleichung mit dem specifischen Gewichte des Wassers an. Es verliert nämlich der feste Körper im Wasser gerade so viel, als das durchs Eintauchen desselben verdrängte Wasser wiegt. Diesen Verlust setze man q, mithin ist er das Gewicht des Wassers unter eben dem Raume, welchen der versenkte Körper einnimmt. Bey gleicher geometrischen Größe wiegt also der feste Körper P und das Wasser q, mithin verhalten sich (nach I.) die specifische wie P : q, und es ist das specifische Gewicht des festen Körpers, das des Wassers für die Einheit angenommen, $= \frac{P}{q}$.

Besäße der Körper keine gleichförmige Dichtigkeit, so würde man auch nicht durch dieses Verfahren das specifische Gewicht dieses Körpers finden, sondern vielmehr eines andern, der mit jenem eine gleiche geometrische Größe und gleiches Gewicht besitzet, aber dabey gleichförmig dicht ist. Man kann folglich dieß specifische Gewicht als ein mittleres betrachten, welches mit der mittleren Dichte des Körpers übereinstimmet.

Wenn der feste Körper im Wasser nicht untersinket, so verbindet man denselben mit einem andern festen Körper z. B. einem mit Draht bedeckten gläsernen Eimer, welcher um etwas beträchtliches schwerer als Wasser ist. Diesen schweren Körper wieget man sowohl für sich, als auch mit dem leichtern zusammengenommen im Wasser ab, subtrahiret

ret alsdann das verlorne Gewicht des schwerern von dem verlornen beyder zusammen. Hierauf dividiret man das ganze Gewicht des leichtern Körpers mit dieser Differenz, der Quotient ist das specifische Gewicht des festen Körpers in Vergleichung mit dem specifischen Gewichte des Wassers. Denn es muß jene Differenz dem Gewichte einer Menge Wassers gleich seyn, welche mit dem leichtern festen Körper einerley geometrische Größe hat. Setzt man nun das ganze Gewicht des leichtern Körpers $= p$, und jene Differenz $= d$, so hat man abermahls das Verhältniß der specifischen Gewichte des festen Körpers und des Wassers $= p : d$, und das specifische Gewicht des leichtern Körpers $= \frac{p}{d}$. Die Geräthschaft, welche hierzu gebrauchet wird, beschreibet Muschenbroek [α]). Auch dienet der Eimer, das specifische Gewicht von Pulvern, welche im Wasser untersinken und davon nicht aufgelöset werden, nach dieser Methode zu bestimmen.

Auch läßt sich das Fahrenheitsche Aräometer zur Bestimmung der specifischen Gewichte fester Körper sehr bequem gebrauchen. M. s. Aräometer. Legt man nämlich oben auf die Schale dieses Instrumentes den Körper, so zeiget das Gewicht, welches noch aufgeleget werden muß, damit sich das Aräometer bis an das Merkmahl im Wasser einsenke, wie groß des Körpers Gewicht sey, oder $= p$; hängt man ihn hiernächst unten an das Instrument, so ergibt sich auf eben diese Art sein Gewicht im Wasser, und daraus erhält man sein verlornes Gewicht oder q, folglich auch $\frac{p}{q}$ oder sein specifisches Gewicht.

William Nicholson [β]) hat zu dieser Absicht folgende Einrichtung, welche der Fahrenheitschen im wesentlichen ähnlich ist, und die aus weißem Bleche verfertiget werden kann, beschrie-

α) Introduct. ad philosoph. natur. Tom. II. §. 1398.
β) Manchester memoirs. Vol. II. Warington and London 1787. 8.

beschrieben: die Röhre (fig. 59.) cd ist an ihren Enden verschlossen, und in Gestalt der Kugelabschnitte ocp und tdf zugerundet. In der Richtung der Axe ist an das obere Ende derselben ein gerader Messingdraht befestiget, welcher eine kleine Schale a trägt. Unter dieser Schale kann noch ein kleiner hohler Cylinder von Blech, 2 bis 3 Linien lang, gelöthet werden, in welchen man das Ende des Drahtes treten läßt, der durch dieses Mittel dauerhafter unter der Schale befestiget werden kann, als wenn man ihn unmittelbar an die Schale anlöthete. In einer gewissen Höhe ist dieser Draht durch einen Strich b mit der Feile bezeichnet. Am untern Theile der Röhre d ist ein anderer Draht m d n in Gestalt einer gekrümmten Gabel angelöthet, welcher einen umgekehrten hohlen Kegel e, der inwendig an seiner Spitze mit Bley beschweret ist, hält. Dieses Instrument muß übrigens so eingerichtet seyn, daß es im Wasser sich selbst überlassen vertikal schwimmt, und dabey ein Theil der Röhre cd hervorraget. Nachher werden auf die Schale a Gewichte geleget, bis der Strich b an die Wasserfläche hinabtritt. Man sieht leicht, daß der Gebrauch dieses Instrumentes dem des Fahrenheitschen Aräometers völlig ähnlich ist.

Herr Haug *) hat dieses Instrument besonders zur Bestimmung der specifischen Gewichte der Mineralien gebrauchet. Gesetzt also, die Auflagegewichte betrügen 400 Gran, wenn sich das Instrument bis b eintauchen soll, so schränkt sich auch sein Gebrauch nur auf solche Körper ein, welche nicht über 400 Gran wiegen. Legt man nun ein Stück von einer Miner in die Mitte der leeren Schale a, und alsdann noch so viele Gewichte hinzu, daß sich das Instrument bis b eintauche, so wird nun der Unterschied der zuzulegenden Gewichte und der ganzen Auflagegewichte das Gewicht geben, welches das Stück Miner in der Luft wiegt. Hierauf

*) Journal d'histoire naturelle. Tom. I. Paris 1792. 8. p. 94. Beschreibung eines bequemen Instrumentes zur Bestimmung des specifischen Gewichtes der Mineralien, in Grens Journal der Physik, B. V. S. 502.

auf bringt man dieses Stück in den Eimer e, und läßt das Werkzeug wieder im Wasser schwimmen. Weil nun der Körper von seinem Gewichte im Wasser verlieret, so wird man zu den Gewichten in der Schale a noch hinzulegen müssen, damit das Instrument sich wieder bis b eintauche. Diese zuzusetzenden Gewichte werden anzeigen, wie viel das eingesenkte Stück im Wasser verlieret; folglich findet man das specifische Gewicht dieser Miner auf eben die Art, wie bereits angezeiget worden.

An des Herrn Haug Instrumente war der Durchmesser der Röhre op oder tſ = 19 paris. Linien, die Höhe ot zwischen den Punkten, wo der cylindrische Theil aufhörte, = 3 Zoll 8 Linien; der Durchmesser der Grundfläche des Kegels mn = 21 Linien; der Abstand de = 19 Linien, die Höhe des messingenen Stiftes ca = 20 Linien, der Abstand bc = 6½ Linien. Das ganze Instrument wog 4 Unzen 6 Quentch. 36 Gran = 2772 Gran.

Die specifischen Gewichte flüssiger Materien lassen sich am beßten dadurch bestimmen, daß man einen gläsernen oder elfenbeinernen massiven Körper von jeder beliebigen Gestalt in selbigen versenket, und den Gewichtsverlust in ihnen bemerket. Da nun dieser Körper in den flüssigen Materien gerade so viel am Gewicht verliert, als das Gewicht der dadurch verdrängten flüssigen Materien beträgt; so hat man nur nöthig, das Gewicht, welches der massive Körper in einer jeden flüssigen Materie verlieret, durch dasjenige Gewicht zu dividiren, welches er im Wasser verlieret, der Quotient zeigt das specifische Gewicht der flüssigen Materie in Vergleichung mit dem des Wassers an. Verliert also der massive Körper im Wasser q, und in einer andern flüssigen Materie π, so verhalten sich die specifischen Gewichte dieser flüssigen Materien wie $\pi : q$, mithin des erstern $= \frac{\pi}{q}$, wenn das specifische Gewicht des Wassers = 1 gesetzet wird.

Exempel. Wenn ein Stück Glas im Wasser 639 Troy. Aß, in Milch 20 Aß mehr, also 659 Aß am Gewichte ver-

lieret, so findet man nach der gegebenen Regel $\frac{659}{639}$ = 1,0313, und so vielmahl ist die Milch schwerer, als Wasser. Wiegt ferner eben das Stück Glas im rektificirten Weingeiste 86 weniger, als im Wasser, mithin sein Gewichtsverlust 553 Aß, so findet man den Weingeist $\frac{553}{639}$ = 0,8653 Mahl so schwer, als Wasser.

Andere Methoden, die specifischen Gewichte flüssiger Materien zu bestimmen, geben die Aräometer, deren Gebrauch unter dem Artikel, Aräometer, angezeiget ist. Unter dem obgleich uneigentlichen Nahmen eines Aräometers hat Homberg α) ein Instrument angegeben, welches zur Bestimmung der specifischen Gewichte verschiedener flüssiger Materien dient. Es bestehet dieses aus einem gläsernen Gefäße (fig. 60) a b c d, dessen Hals so enge ist, daß ein Wassertropfen 6 bis 7 Linien Raum darin einnimmt, oben aber trichterförmig ausgeschweift ist. An der Seite dieses Gefäßes d geht eine eben so enge 6 Linien lange Röhre mit a b parallel heraus, damit die im Gefäße befindliche Luft einen Ausgang habe. Füllt man nun dieses Gefäß alle Mahl bis an das Merkmahl e mit einer flüssigen Materie an, so hat man wegen des engen Halses beständig einerley Volumen der flüssigen Materie. Wiegt man daher das Gefäß zuerst mit einer und sodann mit einer andern flüssigen Materie bis e gefüllt ab, und subtrahiret alsdann das Gewicht des leeren Gefäßes von jenen gefundenen beyden Gewichten ab, so gibt der Unterschied die Gewichte beyder flüssiger Materien unter einerley Raumesinhalte an, die sich wie ihre specifischen Gewichte verhalten. Neuere Physiker haben sich solcher Gefäße zur Bestimmung der specifischen Gewichte flüssiger Materien öfters bedienet, und sie der nöthigen Genauigkeit wegen mit Thermometer verbunden. Ein solches Gefäß beschreibet Ramsden β), welches er schon seit 1776 bey

α) Memoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1699.

β) An account of experiments to determine the specific gravities of fluids, thereby to obtain the strengh of spirituous liquors by *Ramsden*. Lond. 1792. 4. Nachricht von einer neuen hydrometrischen

bey seinem Aräometer gebrauchet hat. Es wird nämlich eine Flasche von 2 bis 2½ Zoll Durchmesser mit einem engen glatt abgeschliffenen Halse von 0,3 Zoll Durchmesser mit einem empfindlichen Thermometer versehen, dessen kleine Kugel gerade durch den Hals der Flasche gebracht werden kann. Diese Thermometerröhre ist auf der einen Seite ganz platt geschliffen, um darauf die Grade zu verzeichnen. Damit aber diese Grade eine so viel möglich zureichende Größe besitzen, werden auf selbige nicht mehr als 10 bis 12 gebracht, so daß sie etwa von 53 bis 63 Grad nach Fahrenheit gehet. Auf den Hals der Flasche wird ein rundes auf der einen Seite sehr eben abgeschliffenes und gut polirtes Glasscheibchen gelegt, und in der Mitte mit einem Loche versehen, in welches das Ende der Thermometerröhre gedrang eingerieben ist, so daß die Kugel des Thermometers beynahe den Boden der Flasche erreichet. Die Flasche nebst dem Thermometer wird zuerst auf einer genauen Wage abgewogen, und hiernächst mit reinem Wasser oder einer andern flüssigen Materie bis an die Glasplatte gefüllt und abermahls gewogen, da alsdann der Unterschied beyder Gewichte das Gewicht des Wassers oder einer andern flüssigen Materie anzeigt. Auf solche Art lassen sich auch die specifischen Gewichte verschiedener flüssiger Materien bestimmen.

Eine ähnliche Einrichtung beschreibet Schmeißer aus den philosophischen Transactionen vom Jahre 1793 *). In einer gläsernen Flasche mit flachem Boden ist ein geschliffener Glasstöpsel eingepaßt, durch welchen ein Thermometer geht. In der Mitte ist dieser Stöpsel konisch ausgebohrt, und das Thermometer hat einen gläsernen Kragen, welcher in das konische Loch des Stöpsels genau eingeschliffen ist. Statt dieses gläsernen Kragens, welcher beym Schleifen gern wegspringt,

trischen Wage von Herrn Ramsden, im gothaischen Magazin, B. VIII. St. 3 S. 54

*) Beschreibung eines Instrumentes zu genauer Bestimmung der eigenthümlichen Gewichte flüssiger Körper, von Joh. Gotth. Schmeißer, mitgetheilt von Sir Jos. Banks, im gothaischen Magazin, B. IX. St. 2. S. 97.

springt, kann man auch ein dünnes Stückchen Federharz um die Röhre winden, und die am obern Theile des Stöpsels leer bleibende Höhlung mit Siegellack oder Kitt ausfüllen.

Noch andere Methoden, die specifischen Gewichte flüssiger Materien zu bestimmen, hier umständlich anzuführen, würde von keinem sonderlichen Nutzen seyn, besonders da sie keine genaue Resultate gewähren. Einiges davon findet man noch unter dem Artikel, **Wage, hydrostatische.**

Wenn man das specifische Gewicht der Salze oder auch anderer Körper, welche vom Wasser aufgelöset werden, erforschen will, so muß man sie in Terpentinöl oder im rektificirten Weingeist oder sonst in einer andern flüssigen Materie abwägen, welche diese Körper nicht auflöset. Auf solche Art findet man das specifische Gewicht der Salze in Vergleichung mit dem specifischen Gewichte der flüssigen Materie, in welcher sie abgewogen sind; und wenn der letztern specifisches Gewicht in Vergleichung mit dem des Wassers bekannt ist, so folgt daraus zugleich die Vergleichung des specifischen Gewichtes der Salze und des Wassers. Exemp. Haben 100 Gran Steinsalz im rektificirten Weingeiste 40,41 Gran verloren, so ist das Steinsalz $\frac{10000}{4041}$ Mahl schwerer als Weingeist. Ist nun ferner Weingeist 0,866 Mahl so schwer als Wasser, so folget, es sey das Steinsalz $\frac{8660}{4041}$ Mahl oder 2,143 Mahl schwerer als Wasser.

Es lassen sich auch die specifischen Gewichte der Metalle so mit einander vergleichen, daß man von ihnen gleich dicke Cylinder macht, welches durchs Drahtziehen zu erlangen ist. Macht man nun ferner diese Cylinder vom gleichen Gewichte, so verhalten sich die specifischen Gewichte dieser Metalle verkehrt wie ihre Längen. Denn bey gleicher Dicke verhalten sich die Längen L und l wie ihre Volumen; sind nun die Gewichte gleich, so hat man für die specifischen Gewichte

$$G : g = \frac{P}{L} : \frac{P}{l} = l : L$$

Wenn

Wenn die Körper in der Luft abgewogen werden, so erfähret man dadurch nicht ihr absolutes sondern nur ihr relatives Gewicht in der Luft. M. s. Gewicht. Um aber dieses zu erhalten, muß noch zum relativen Gewichte das Gewicht derjenigen Menge von Luft, welche der Körper aus der Stelle treibt, hinzugesetzet werden. Bey den Abwägungen der gewöhnlichen festen und tropfbar flüssigen Körper beträgt jedoch dieses zuzusetzende Gewicht so wenig, daß man es ganz außer Acht lassen kann. Wenn aber die Luft selbst, oder andere Gasarten in eingeschlossenen Gefäßen abgewogen werden, so muß man dazu feste unbiegsame Gefäße wählen, deren Volumen sich nicht ändert, damit der Gewichtsverlust, welchen sie in der Luft erleiden, bey gleicher Barometerhöhe und gleichem Wärmegrade einerley bleibe. So wie das Gewicht der gemeinen Luft in einem solchen Gefäße z. B. in einer kupfernen Kugel gefunden wird, eben so kann man auch die Gewichte anderer Gasarten erforschen, deren Verhältnisse bey gleichem Volumen zugleich die Verhältnisse ihrer specifischen Gewichte ausdrucken. Cavallo [α]) beschreibet die Methode des Herrn Fontana, welche hierbey am genauesten ist.

Nach diesen vorgeschriebenen Methoden haben die Physiker die specifischen Gewichte von einer sehr großen Menge von Körpern untersuchet, und in Tafeln gebracht, wobey das specifische Gewicht des Wassers = 1 gesetzet ist. Eine solche Tabelle gibt schon Marinus Ghetaldi [β]), und Henkel [γ]) führt specifische Gewichte mineralischer Körper an. Alles das, was hierin bis 1747 gethan worden, hat Richard Davies [δ]) gesammelt. Musschenbroek, welcher bereits in seiner ältern Ausgabe seines Werkes ein ziemlich starkes

α) Abhandlung über die Natur und Eigenschaften der Luft. Aus d. Engl. Leipz. 1788. 8. S. 377.
β) Archimedes promtus. Romae, 1603. 4.
γ) Pyritologia oder Kieshistorie. Leipz. 1725. 8. im Anhange.
δ) Tables of specific gravities, extracted from various authors, with some observ. upon the same in Philos. transact. Vol. XLV. Nr. 488. p. 416.

Verzeichniß aus seinen eigenen Versuchen angegeben hatte, hat dasselbe in der neuern Ausgabe *) noch vollständiger mitgetheilet. Dieses Verzeichniß hat jedoch diesen Fehler, daß nicht alle Mahl bey den Versuchen genau genug zu Werke gegangen ist, und daß er selbst seine eigenen genauen Vorschriften nicht durchgängig befolget hat. So gibt er z. B. nicht an, bey welchem bestimmten Wärmegrade die Versuche gemacht sind, sondern begnüget sich nur zu sagen, daß sie in den Monathen April, Junius, Julius und August angestellet sind. Unter allen aber hat sich wohl Brisson mit diesem Gegenstande am meisten beschäfftiget, und schon im Jahre 1772 β) eine ziemlich vollständige Tafel über die specifischen Gewichte der Metalle bekannt gemacht; nachher aber hat er in einem eigenen Werke γ) ein sehr vollständiges und genaues Verzeichniß mitgetheilet. Aus diesem Werke hat auch Romé de l'Isle δ) das von ihm angeführte Verzeichniß der specifischen Gewichte der Körper genommen, es aber in eine andere Ordnung gebracht, und in einigen Stellen verbessert und vermehret. Brisson hat alle Versuche bey 14 Grad Temperatur nach Reaumur angestellet, sich so viel möglich großer Massen von 8 bis 14 Unzen bedienet, und die Beschaffenheit der Körper nach ihrer Bereitungsart und ihren verschiedenen Zuständen sehr genau angegeben. Außerdem hat auch Brisson zuerst die Dichtigkeiten geprägter, geschmiedeter und sonst bearbeiteter Metalle von der Dichtigkeit solcher unterschieden, welche bloß nach dem Flusse erhär-

*) Introduct. ad philosophiam naturalem. Lugd. Batav. 1762. 4. Tom. II. §. 1417.

β) Mémoir. de l'Academ. roy. des scienc. de Paris 1772. Part. II. p. 1 sq.

γ) Pésenteur specifique des corps; ouvrage utile à l'histoire naturelle, à la physique, aux arts et au commerce p M. *Brisson*, à Paris 1787. 4. Deutsch: Brisson über die specifischen Gewichte der Körper und mit Anmerk. besonders die Litteratur betreffend, von J. G. L. Blumhof, mit Zusätzen von Kästner und Vorrede von Lichtenberg. Leipz. 1795. 8.

δ) Metéorologie. Paris 1789. 4. table IV. S. Große meteorologische Tafeln u. s. w. nach Romé de l'Isle mit Berichtigungen von Kästner. Braunschw. 1792. 8.

erhärtet sind, unterschieden. Dieser Unterschied ist beträchtlich, und daher keinesweges zu vernachlässigen.

Verzeichnisse von den specifischen Gewichten verschiedener Metallcompositionen geben Höhe *) und Gellert *). Priestley, Bergmann, Lavoisier, Kirwan, Fontana u. a. m. führen auch verschiedene specifische Gewichte von den verschiedenen Luftgattungen an.

Ich theile hier das Musschenbroeksche, und nach Brisson und einigen andern verbesserte Verzeichniß mit, welches Gren in seinem Grundrisse der Naturlehre (Halle, 1797. 8. S. 242 u. f.) aufgenommen hat.

I. Metalle.

Platina geschmiedet	21,061	Sückingen
—— geschmolzen	19,500	Brisson
—— geschmiedet	20,336	——
—— in Draht gezogen	21,041	——
—— in Blechen	22,069	——
Gold	19,640	Musschenbroek
—— gegossen	19,258	Brisson
—— gehämmert	19,361	——
Silber	10,542	Musschenbroek
—— gegossen	10,474	Brisson
—— gehämmert	10,510	——
Kupfer gegossen	7,788	——
—— zu Draht gezogen	8,878	——
—— japanisches, gegossen	8,762	Musschenbroek
—— —— geschmiedet	9,000	——
Eisen, Roheisen	7,207	Brisson
—— Stangeneisen	7,788	——
—— —— schwedisches	7,765	Musschenbroek
—— Stahl	7,833	Brisson
—— —— geschmiedet nicht gehärtet	7,840	——
—— —— —— und gehärtet	7,810	——
Zinn von Cornwallis, gegossen	7,291	——
—— —— gehämmert	7,299	——
—— von Malacca, gegossen	7,296	——
—— —— —— ——	7,331	Musschenbroek

*) Diss. de efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. Lugd. Batav. 1751. 4.

*) Comment. Petropol. Tom. XII.

Zinn von Malacca, gehämmert		7,306	Brisson
—— von Bancas		7,216	Musschenbroek
Bley gegossen		11,352	Brisson
—— ——		11,445	Musschenbroek
Zink gegossen		7,190	Brisson
—— Goßlarischer		7,215	Musschenbroek
Wismuth gegossen		9,822	Brisson
—— ——		9,670	Musschenbroek
Kobalt gegossen		7,811	Brisson
—— ——		7,700	Bergmann
Spiesglanz gegossen		6,720	Brisson
—— ——		6,860	Bergmann
—— ——		6,852	Musschenbroek
Arsenik		8,308	Bergmann
Nickel gegossen		9,000	——
Magnesium		6,850	——
Quecksilber		13,550	Musschenbroek
——		14,110	——
——		13,586	Brisson
—— nach der Mittelzahl aller Versuche nach Musschenbroek		13,674	

2. Erden und Steine.

Kreide		2,315	Kirwan
——		2,252	Musschenbroek
Dichter Kalkstein		1,386	
	bis	2,7	Kirwan
Körniger Kalkstein		2,710	
	bis	2,837	——
Carrarischer Marmor		2,716	Brisson
Parisischer ——		2,837	——
Isländischer Kalkspath		2,715	——
Bitterspath		2,480	Kirwan
Mergelerde		1,600	
	bis	2,400	——
Verhärteter Mergel		2,300	
	bis	2,700	——
Bituminöser Mergelschiefer		2,361	
	bis	2,242	——
Schieferspath		2,647	——
Braunspath		2,837	Brisson
Domolit		2,850	
	bis	2,862	Kirwan

Gyps

Gyps dichter		1,872	
	bis	2,288	Kirwan
—— faseriger		2,304	
—— blätteriger		2,274	
	bis	2,310	——
Fraueneis		2,311	——
Flußspath		3,155	
	bis	3,191	Brisson
Apalit		2,824	
	bis	3,218	Kirwan
Tungstein		6,066	
Witherit		4,338	Kirwan
Schwerspath dichter		4,300	
	bis	4,400	——
—— blätteriger		4,300	
	bis	4,800	——
—— faseriger		4,440	——
—— Bologneser		4,440	——
Leberstein		2,666	——
Meerschaum		0,336	Groß
Venetianischer Talk		2,780	Musschenbroek
Speckstein		2,727	Brisson
Topfstein von Como		2,872	Kirwan
—— schweizerischer		3,023	Saussüre
—— von Dauphiné		2,768	Brisson
—— schwedischer		2,853	——
Serpentin von Zöblitz		2,560	Kirwan
Asbest —— ——		2,547	——
Amiant		2,444	Musschenbroek
Bergkork		0,680	——
	bis	0,993	Brisson
Asbestartiger Strahlstein		2,584	Kirwan
Gemeiner ——		2,806	
	bis	3,356	——
Glasartiger ——		2,950	
	bis	3,493	——
Nephrit		2,966	Brisson
	bis	3,041	Saussüre
Bitterstein		3,320	
	bis	3,380	Höpfner
Baikolith		2,200	Lowitz
Boracit		2,566	Westrumb
Töpferthon		1,800	
	bis	2,000	Kirwan

Schie-

Schieferthon		2,600	
	bis	2,680	Kirwan
Wetzschiefer		2,876	
	bis	3,131	Brisson
Steinmark verhärtetes		2,815	Kirwan
Bol, armenischer		2,727	Muſſchenbroek
Zeichenschiefer		2,168	Brisson
Grünerde		2,637	Kirwan
Lepidolith		2,816	——
Kyanit		3,517	Saussüre
Glimmer russischer		2,791	Brisson
—— schwarzer		2,938	——
Micarell		2,980	Kirwan
Hornblende		3,410	——
—— basaltische		3,333	——
—— labradorische		3,350	
	bis	3,434	——
Hornblendeschiefer		2,909	
	bis	3,153	——
Wacke		2,535	
	bis	2,893	——
Trapp		2,780	
	bis	3,021	——
Basalt		2,864	Brisson
	bis	3,000	Bergmann
Thonschiefer		2,670	
	bis	2,880	Kirwan
Bergkrystall		2,653	Brisson
Quarz		2,647	
	bis	2,654	——
Amethyst		2,651	Kirwan
Smaragd		2,775	Brisson
Beryll sibirischer		2,722	——
—— brasilianischer		2,782	——
Praser		2,580	Brisson
Orientalischer Rubin		4,283	——
Orientalischer Topas		4,010	——
Orientalischer Sapphir		3,994	——
Spinell		3,760	——
		3,570	Klaproth
Rubinspath von Ceylon		3,454	Kirwan
Brasilianischer Rubin		3,531	Brisson
Brasilianischer Topas		3,536	——
Sächsischer Topas		3,564	——

Orien-

Orientalischer Aquamarin		3,548	Brisson
Brasilianischer Sapphir		3,130	——
Hyacinth		3,681	——
Ceylonischer Zirkon		4,416	——
Böhmischer Granat		4,188	——
Leurit		2,468	——
Chrysoberyll		3,689	——
	bis	3,719	Kirwan
Chrysolith		3,340	
	bis	3,410	Werner
Olivin		2,960	
	bis	3,225	Kirwan
Obsidian		2,348	Brisson
Schörlartiger Beryll		3,530	Klaproth
Schwarzer Stangenschörl		3,363	Brisson
Brasilianischer Turmalin		3,130	
	bis	3,155	Kirwan
Thurnerstein		3,295	——
Prenit		2,942	——
Zeolith		2,083	
	bis	2,073	Brisson
—— von Adelfors		2,468	——
Kreuzstein		2,355	
	bis	2,361	Kirwan
Lasurstein		2,896	——
Chrysopras		2,479	——
Edler Opal		2,144	Blumenbach
Halbopal		1,700	
	bis	2,118	Kirwan
Gemeiner Opal		1,958	
	bis	2,075	Klaproth
Pechstein		2,049	
	bis	2,319	Brisson
Hyalith		2,110	Kirwan
Chalcedon		2,664	Brisson
Carneol		2,613	——
Katzenauge		2,560	
	bis	2,660	Kirwan
Feuerstein		2,581	
	bis	2,673	Brisson
Hornstein		2,532	
	bis	2,653	Kirwan
Kieselschiefer		2,596	
	bis	2,641	——

Por=

Porphyrschiefer		2,512	
	bis	2,700	Kirwan
Gemeiner Jaspis		2,580	
	bis	2,700	—
Aegyptischer Jaspis		2,564	Brisson
Sinopel		2,691	—
Porzellanjaspis		2,330	Kirwan
Heliotrop		2,620	
	bis	2,700	—
Holzstein		2,045	
	bis	2,675	—
Elastischer Quarz		2,624	—
Feldspath		2,437	—
	bis	2,600	—
Mondstein		2,559	—
Bimstein		0,914	Brisson
Labradorstein		2,670	
	bis	2,692	Kirwan
Demantspath		3,710	Klaproth
Strontionit		3,400	
	bis	3,644	Kirwan
Granit		2,538	
	bis	2,956	Brisson
Porphyr		2,765	
	bis	2,793	—
Sandstein		2,111	—
	bis	2,561	—

3. Erdharze.

Bergnaphtha		0,708	Musschenbroek
Petroleum		0,854	—
Asphalt		0,203	
	bis	1,744	—
Steinkohle		1,270	
	bis	1,500	—
Bernstein		1,065	
	bis	1,110	—
Braunkohle		1,019	
	bis	1,292	Gren

4. Schwefel.

Natürlicher Schwefel	2,033	Brisson
Stangenschwefel	1,800	Musschenbroek

5. Kohlige Substanzen des Mineralreichs.

Graphit		1,860	Musschenbroek
Kohlenblende		1,468	Groß
Diamant		3,521	
	bis	3,654	Musschenbroek

6. Metallkalke und Erze.

Weißer Arsenik		9,694	Musschenbroek
Rother Arsenik		3,223	——
Operment		3,313	——
Gelber Arsenik		3,521	——
Galmey		2,560	
	bis	4,409	——
Tutia		4,615	——
Schwefelkies		4,789	
	bis	4,912	——
Kupferkies		3,800	
	bis	4,158	——
Graues Spiesglanzerz		4,700	
	bis	4,850	——
Glas vom Spiesglanze		4,760	——
	bis	5,280	——
Rothgülden Erz von Johann Georgenstadt		5,354	——
Zinnober natürlicher		6,188	
	bis	7,710	——
—— künstlicher		7,830	
	bis	8,002	——
Bleyglätte		6,044	——
Bleyglanz		7,220	——
Molybdän		4,738	Brisson

7. Künstliche Verglasungen.

Bouteillenglas grünes		2,642	Brisson
Weißes Crystallglas		2,892	
	bis	2,488	Brisson
Englisches Flintglas		3,329	——
Porzellan von Seves		2,115	——
—— von Limoges		2,341	——
—— von China		2,384	——

8. Salze.

Vitriolöl		1,877	
	bis	1,700	Musschenbroek

Rauchen=

Rauchende Salpetersäure	1,583	Musschenbroek
—— Kochsalzsäure	1,194	Brisson
Boraxsäure	1,479	Musschenbroek
Arseniksäure	3,391	Bergmann
Roher Essig	1,013	Brisson
Destillirter Essig	1,009	——
Roher Weinstein	1,849	Musschenbroek
Weinsteinrahm	1,900	——
Aetzender Salmiakgeist	0,890	——
	0,897	Brisson
Zerflossenes Weinsteinsalz	1,550	Musschenbroek
Vitriolisirter Weinstein	2,298	——
Glaubersalz	2,246	——
Salpeter	1,900	——
Rhomboidalsalpeter	1,869	——
Reines Kochsalz	1,918	——
Steinsalz	2,143	——
Digestivsalz	1,836	——
Reiner sublimirter Salmiak	1,420	——
Borax	1,720	——
Alaun	1,714	——
Bleyzucker	2,395	——
Englischer Vitriol	1,880	——
Zinkvitriol	1,900	——
Weißer Zucker	1,606	——

9. Spirituöse Flüssigkeiten.

Schwefelnaphtha	0,716	Lowitz
Alkohol (der reinste)	0,719	——
Burgunderwein	0,991	Brisson
Maderawein	1,038	——
Weißer Franzwein	1,020	Musschenbroek
Frontignac	1,008	——
Malgawein	1,015	——
Rother Kapwein	1,018	——
Weißer Kapwein	1,039	——
Pontac	0,993	——
Champagnerwein	0,962	——
Moseler	0,916	——
Rheinwein	0,999	——

10. Aetherische Oele.

Lavendelöl	0,893	Brisson
Nelkenöl	1,034	Musschenbroek

Pomme=

Pommeranzenöl	0,888	Musschenbroek
Zimmtöl	1,035	———
Sassafrasöl	1,094	———
Rosmarinöl	0,934	———
Fenchelöl	0,997	———
Wacholderöl	0,911	———
Krausemünzenöl	0,975	———
Terpentinöl	0,792	———

11. Fette Oele oder thierische Fette.

Rindertalg	0,955	Musschenbroek
Hammeltalg	0,943	———
Schweineschmalz	0,954	———
Gelbes Wachs	0,960	———
Weißes Wachs	0,966	———
Baumöl	0,913	———
Leinöl	0,932	———
Rübsaamenöl	0,853	———
Cacaobutter	0,891	Brandis
Süßes Mandelöl	0,928	Musschenbroek
Butter	0,942	Brisson
Wallrath	0,943	———

12. Gummi's, Harze, Gummiharze rc.

Arabisches Gummi	1,452	Brisson
Traganth	1,316	———
Weißes Pech	1,072	———
Sandarac	1,092	———
Mastix	1,074	———
Storax	1,109	———
Copal	1,045	
	bis 1,139	———
Elemi	1,018	———
Anime	1,028	———
Labdanum	1,186	———
Guayac	1,122	———
Jalappenharz	1,218	———
Drachenblut	1,204	———
Gummilack	1,139	———
Tacamahac	1,046	———
Benzoe	1,092	———
Caranna	1,124	———
Ammoniakgummi	1,207	———

Hederagummi	1,294	Brisson
Galbangummi	1,212	——
Sarcocello	1,268	——
Opoponac	1,622	——
Gummigutt	1,221	——
Euphorbinm	1,124	——
Olibanum	1,173	——
Myrrhe	1,360	——
Scammoneum	1,235	——
Stinkender Asand	1,327	——
Bdellium	1,371	——
Federharz	0,933	——
Kampher	0,988	——
Aloe	1,358	——
Opium	1,336	——
Indigo	0,709	——

13. Einige thierische Substanzen.

Elfenbein	1,825	Musschenbroek
Walroszahn	1,933	——
Orientalischer Bezoar	1,530	
	bis 1,640	——
Harnblasenstein	3,664	——
	bis 1,700	——
Krystallinischer Gallenstein	0,803	Gren
Rothe Corallen	2,689	Musschenbroek
Orientalische Perlen	2,750	——
Krebsaugen	1,890	——
Hüneraugen	1,090	——

14. Holzarten.

Indianisches Cedernholz	1,315	Musschenbroek
Buxbaumholz	1,328 und 0,919	——
Brasilienholz	1,031	——
Ebenholz	1,209	——
Fernambucholz	1,014	——
Franzosenholz	1,333	——
Mahagonyholz	1,063	——
Griesholz	1,200	——
Altes Eichenholz	1,666	——
Eichenholz vom Stamme	0,929	——
Eichenholz vom grünen Aste	0,870	——
Rhodiserholz	1,125	——

Weißes Sandelholz	1,041	Musschenbroek
Rothes ——	1,128	——
Campecheholz	0,913	——
Büchenholz	0,852	——
Gelbes Sandelholz	0,809	——
Erlenholz	0,800	——
Ahornholz	0,755	——
Eschenholz	0,743	——
Apfelholz	0,793	——
Pflaumenholz	0,785	——
Haselnholz	0,600	——
Birnenholz	0,661	——
Ulmenholz	0,600	——
Lindenholz	0,604	——
Weidenholz	0,585	——
Wacholderholz	0,556	——
Sassafrasholz	0,482	——
Tannenholz	0,550	——
Pappelnholz	0,383	——
Korkholz	0,240	——

15.

Phosphorus	1,714	Musschenbroek

16.

Holzkohle	0,280	
	bis 0,441	Hielm

17.

Eis	0,916	Musschenbroek
Reines Wasser	1,000	——

Von verschiedenen Luftarten gibt Lavoisier folgende Bestimmung:

Ein Pariser Duodecimalcubikzoll atmosphärischer Luft wiegt	0,46005	Grän (franz.)
Stickluft	0,44444	——
Lebensluft	0,50694	——
Brennbare Luft	0,03539	——
Luftsäure	0,68985	——
Salpeterluft	0,54690	——
Flüchtige alkalinische Luft	0,27488	——
Schwefelluft	1,03820	——

Die Zahlen in voriger Tabelle zeigen nun an, wie viel Mahl das Gewicht einer willkührlich gewählten Menge Wassers in dem Gewichte einer eben so großen Menge der daneben angeführten Materien enthalten ist. Wird also das Gewicht eines Cubikfußes oder eines Cubikzolles Wassers mit einer solchen Zahl multipliciret, so zeigt das Produkt das Gewicht eines Cubikfußes oder eines Cubikzolles der daneben angeführten Materien an. Will man z. B. finden, wie viel 6 Cubikzolle Silber nach Rheinl. Maße wiegen, so findet man 1 Rheinl. Cubikzoll Silber am Gewicht 10 542 × 296 = 3120,432 Grän. Nun kann man nach der Regel Detri schließen, 1 : 6 = 3120,432 : 18722,592 Grän. Auf solche Art lassen sich Tabellen über die absoluten Gewichte der Körper berechnen, welche zu vielen praktischen Absichten brauchbar sind. Eine solche findet man beym Brisson für das Gewicht eines Cubikzolles und Cubikfußes von allen Metallen.

Eine andere Anwendung dieser Lehre findet bey der Vermischung zweyer Materien Statt, wozu besonders das berühmte archimedeische Problem Veranlassung gab. Es kommt hierbey auf folgende Aufgabe an: das specifische Gewicht zweyer Materien ist gegeben, man soll eine Masse von einem gegebenen mittleren specifischen Gewichte durch beyder Vermischung zu Wege bringen; die Frage ist, in welchem Verhältnisse dem Raume oder Gewichte nach die beyden Materien genommen werden müssen?

Die Auflösung dieser Aufgabe läßt sich so übersehen: wenn g und γ die specifischen Gewichte der schwerern und leichtern von beyden Materien, V und W ihre körperlichen Räume, ferner μ das specifische Gewicht der vermischten Masse bezeichnen; so ist V + W der körperliche Raum der vermischten Masse, und gV, γW sind die Gewichte der beyden Massen. Nach den Bedingungen der Aufgabe aber soll

soll $\frac{gV + \gamma W}{V + W} = \mu$ seyn, mithin $gV + \gamma W = \mu V + \mu W$, und daraus folgt ferner $(g - \mu) V = (\mu - \gamma) W$, also $V : W = \mu - \gamma : g - \mu$. Wenn p und q die Gewichte der schwerern und leichtern Materie bezeichnen, welche die Räume V und W füllen, so ist $p = gV$ und $q = \gamma W$, mithin $\frac{p}{q} = \frac{g\,\mu - \gamma}{\gamma\,g - \mu}$. Will man daher das Verhältniß der Gewichte der beyden Materien haben, die in die Vermischung kommen sollen, so muß man die Zahlen, die das Verhältniß der Räume ausdrucken, noch mit den specifischen Gewichten der Materien multipliciren.

Weiß man nun, wie viel 1 Pfund einer schwerern und einer leichtern Materie am Gewichte im Wasser verlieret, und es soll durch die Vermischung eine Masse zuwege gebracht werden, wovon 1 Pfund mehr als die schwerere und weniger als die leichtere im Wasser verlieren würde, so ist dieß bloß ein besonderer Fall der Aufgabe. Denn aus dem Gewichte, was ein Stück von einer Materie von bekanntem Gewicht im Wasser verlieret, hat man ihr specifisches Gewicht. Wenn also 1 Pfund der schwereren das Gewicht π und der leichtern das Gewicht φ, und 1 Pfund der vermischten Masse das Gewicht m verlieren soll, so hat man $g = \frac{1}{\pi}$; $\gamma = \frac{1}{\varphi}$ und $\mu = \frac{1}{m}$; mithin läßt sich die Auflösung der Aufgabe anwenden. Will man alsdann die im Wasser verlornen Gewichte statt g, γ und m in Rechnung bringen, so hat man $\frac{g}{\gamma} = \frac{\varphi}{\pi}$; $\mu - \gamma = \frac{\varphi - m}{m\varphi}$; $g - \mu = \frac{m - \pi}{m\pi}$; also $\frac{\mu - \gamma}{g - \mu} = \frac{\pi}{\varphi} \cdot \frac{\varphi - m}{m - \pi}$, mithin $\frac{p}{q} = \frac{\varphi - m}{m - \pi}$. Diese letzte Formel ergibt, daß nun das Verhältniß der Gewichte der beyden

Massen nach der Alligationsregel gefunden werde, welche unabhängig von der Aufgabe auch so erhellet. Man schließe

1 Pfund verlieret π Pfund, wie viel p Pfund? Antw. $\pi . p$
1 —— —— φ —— —— q —— —— $\varphi . q$

die vermischte Masse wird $p + q$ Pfunde, und verlieret $m(p + q)$, also wird der Voraussetzung gemäß erfordert, daß $\pi . p + \varphi . q = mp + mq$ sey, und daraus folget $(\varphi - m) q = (m - \pi) p$ mithin $\frac{p}{q} = \frac{\varphi - m}{m - \pi}$, wie vorhin.

Diese Aufgabe dienet nun zugleich, wenn das specifische Gewicht einer vermischten Masse bekannt ist, nebst den specifischen Gewichten zweyer anderer Materien, aus welchen die vermischte Masse entstanden ist, nicht allein zu entdecken, in welchem Verhältnisse dem Raume oder dem Gewichte nach die Mischung gemacht ist, sondern auch, wenn es verlangt wird, aus der Größe oder dem Gewichte der vermischten Masse die Größe oder das Gewicht der zusammen vermischten Theile nach der Vermischungsregel zu finden.

Exemp. Nach Vitruv's Erzählung war die Krone des Königs Hiero 20 Pfund schwer gewesen, und hat im Wasser $1\frac{1}{4}$ Pfund verloren oder 9600 Gran. Wenn nun fein Gold 19,64 Mahl schwerer als Wasser ist, so müssen 20 Pfund Gold im Wasser $\frac{20}{19,64}$ Pfund oder 7821 Grän am Gewichte verlieren, mithin ist die Krone specifisch leichter als fein Gold gewesen. Wird nun vorausgesetzet, daß der Zusatz Silber gewesen sey, so gibt folgende Rechnung, wie viel Gold und wie viel Silber die Masse enthalten habe.

Wenn Silber 11,091 Mahl schwerer als Wasser ist, so würden 20 Pfund Silber im Wasser 13849 Gran am Gewichte verlieren; also gibt die Alligationsregel

	verlieren Grane	auf
20 Pfund fein Gold	7821	4249 Gran fein Gold
— — schlecht —	9600	sind also
— — Silber	13849	1779 Gran Silber Zusatz
		Summe 6028 schlecht Gold.

Ferner

Ferner setzt man nach der Vermischungsregel

6028 Gr. schl. Gold : 4249 Gr. f. G. = 20 Pf. : 14,1 Pf. f. G.; die Vermischung bestand also aus 14,1 Pfund fein Gold und 5,9 Pfund fein Silber.

Bey dieser Aufgabe aber ist vorausgesetzet worden, daß der Raum, welchen die vermischte Masse annimmt, gerade so groß ist, als die Summe der Räume, welche die vermischten Theile zusammen einnehmen. Allein in der Wirklichkeit findet diese Voraussetzung nicht Statt; daraus erhellet, daß die Auflösung der Aufgabe, so richtig sie an sich ist, dennoch die Verhältnisse der Gewichte in der Mischung nicht genau angibt. Glauber [α]) goß in einerley Kugelform 2 Kugeln von Kupfer und 2 von Zinn, schmolz alle 4 zusammen, und fand, daß die Mischung noch nicht völlig 3 Kugeln in eben der Form gab, ob sie gleich nichts am Gewichte verloren hatte. Noch mehrere Versuche hierüber stellten in den Jahren 1736 und 1737 die Herren Kraft, Gellert [β]) und Zeiher [γ]) an. Diese Abweichungen gaben Einsporn [δ]) Veranlassung, das archimedeische Problem näher zu prüfen. Von Mischungen anderer Materien hat Hahn [ε]) noch mehrere Erfahrungen angeführet. Das bisher in dieser Sache Geleistete hat Herr Kästner [ζ]) weiter untersuchet, und neue Reihen von Versuchen vorgeschlagen, um den Gehalt der Metalle dieser Abweichung ungeachtet durch Abwägen im Wasser richtig zu bestimmen. Die Mischungen von Gold und Silber; Silber und Kupfer; Silber und Zinn; Bley und Zinn geben die geringsten Abweichungen. Uebrigens

 läßt

α) Furni novi philosophici oder Beschreibung einer neu erfundenen Destillirkunst. Amsterd. 1661. 8.

β) *Gellert* de densitate mixtorum ex metallis et semimetallis factorum, in comment. Petropol. Tom. XIII p. 382.

γ) Millionnin metallicarum examen hydrostaticum. Viteb. 1764.

δ) Untersuchung, wie weit durch Wasserwägen der Metalle Reinigkeit könne bestimmt werden. Erlang. 1745. 8.

ε) De efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. Lugd. Batav. 1751. 4.

ζ) De mixtorum examine hydrostatico, in nov. comment. Goetting. ad ann. 1775.

läßt sich auch diese Aufgabe nicht bey der Zusammensetzung von mehr als zwey Metallen anwenden.

Wird Kochsalz im Wasser aufgelöset, so ist der Raum, den die Auflösung einnimmt, nicht mehr gleich der Summe der Räume des Kochsalzes und des Wassers, wie auch schon Römer nach Horrebow's Anführung α) bemerket hat. Es sind daher eigene Beobachtungen und darauf gegründete Rechnungen nöthig, um aus dem specifischen Gewichte der Salzsolution die Menge des Salzes zu finden, die in einem gegebenen Gewichte der Salzsoole enthalten ist. Eine solche Tabelle hat Lambert β) berechnet.

Gewicht des Salzes		specifisches Gewicht der Soole
0	=	1,000
10	=	1,007
20	=	1,014
30	=	1,021
40	=	1,027
50	=	1,034
60	=	1,041
70	=	1,047
80	=	1,054
90	=	1,060
100	=	1,067
110	=	1,073
120	=	1,080
130	=	1,086
140	=	1,093
150	=	1,099
160	=	1,105
170	=	1,111
180	=	1,117
190	=	1,123
200	=	1,129
210	=	1,135
220	=	1,141
230	=	1,146
240	=	1,152
250	=	1,158

260

α) Elementa philosoph. natur. Hafn. 1748. 8.
β) Histoire de l'Acad. de Prusse 1762. Tom. XVIII. S. 27 f.

260	=	1,163
270	=	1,169
280	=	1,175
290	=	1,180
300	=	1,185
310	=	1,191
320	=	1,196
330	=	1,204
336,8	=	1,2047

Man nehme an, die Soole ist in ihrem specifischen Gewichte 1,175, so füllen 1175 Gran derselben so viel Raum, als 1000 Gran Wasser, und es sind in diesen 1175 Gran 280 Gr. Salz, oder das in ihr befindliche Salz beträgt $\frac{280}{1175}$ ihres Gewichtes. Nun kann man leicht nach der Regel Detri finden, wie viel Salz in einem Pfunde solcher Soole sey. Denn wenn 1175 Gran Soole 280 Gran Salz enthalten, so sind in 1 Pfunde oder 7680 Gran Soole 1830 Gran Salz.

Auch wenn Alkohol und Wasser mit einander vermischet werden, so ist das specifische Gewicht nach der Mischung nicht so, als es nach der Berechnung vermöge ihrer respektiven specifischen Gewichte seyn sollte. Um daher aus dem specifischen Gewichte der Mischung das Verhältniß beyder Theile zu erforschen, sind Versuche und nähere Bestimmungen nöthig. Herr Gilpin *) in England hat dergleichen Versuche über die Aenderungen der Dichtigkeit des Alkohols und des Wassers, wenn sie in verschiedenen Verhältnissen mit einander vermischet werden, in zahlreicher Menge, und zwar für verschiedene Grade von Wärme von 30 bis 80° Fahrenh. angestellet, und Tabellen entworfen, nach welchen man aus dem specifischen Gewichte des Gemisches den Gehalt an Alkohol oder Wasser finden kann. Herr Gilpin nimmt darin das Gewicht des Alkohols 0,825 an. Herr Lowitz β) hat aber gezeiget, daß Alkohol von diesem specifischen Gewichte selbst noch nicht wasserfrey sey, und daß er durch die stärkste Entwässe-

*) Versuche über die Veränderung der Dichtigkeiten bey Vermischung von Alkohol und Wasser, von Herrn Gilpin, in Grens neuem Journ. d. Phys. B. II. S. 365.

β) Crells chemische Annalen 1796. B. I. S. 202 f.

wässerung bis 0,791 bey 68° Fahrenh. herabgebracht werden könne. Hiernach hat er selbst folgende Tabelle der specifischen Gewichte für die Gemische von solchem Alkohol und Wasser aus Versuchen entworfen:

Specifisches Gewicht	des Gemisches aus			
0,791	100	Theile Alkohol	0	Theile Wasser
0,794	99	—— ——	1	—— ——
0,797	98	—— ——	2	—— ——
0,800	97	—— ——	3	—— ——
0,803	96	—— ——	4	—— ——
0,805	95	—— ——	5	—— ——
0,808	94	—— ——	6	—— ——
0,811	93	—— ——	7	—— ——
0,813	92	—— ——	8	—— ——
0,816	91	—— ——	9	—— ——
0,818	90	—— ——	10	—— ——
0,821	89	—— ——	11	—— ——
0,823	88	—— ——	12	—— ——
0,826	87	—— ——	13	—— ——
0,828	86	—— ——	14	—— ——
0,831	85	—— ——	15	—— ——
0,834	84	—— ——	16	—— ——
0,836	83	—— ——	17	—— ——
0,839	82	—— ——	18	—— ——
0,842	81	—— ——	19	—— ——
0,844	80	—— ——	20	—— ——
0,847	79	—— ——	21	—— ——
0,849	78	—— ——	22	—— ——
0,851	77	—— ——	23	—— ——
0,853	76	—— ——	24	—— ——
0,856	75	—— ——	25	—— ——
0,859	74	—— ——	26	—— ——
0,861	73	—— ——	27	—— ——
0,863	72	—— ——	28	—— ——
0,866	71	—— ——	29	—— ——
0,868	70	—— ——	30	—— ——
0,870	69	—— ——	31	—— ——
0,872	68	—— ——	32	—— ——
0,875	67	—— ——	33	—— ——
0,877	66	—— ——	34	—— ——
0,880	65	—— ——	35	—— ——
0,882	64	—— ——	36	—— ——
0,885	63	—— ——	37	—— ——

0,887	62	—	—	38	—	—
0,889	61	—	—	39	—	—
0,892	60	—	—	40	—	—
0,894	59	—	—	41	—	—
0,896	58	—	—	42	—	—
0,899	57	—	—	43	—	—
0,901	56	—	—	44	—	—
0,903	55	—	—	45	—	—
0,905	54	—	—	46	—	—
0,907	53	—	—	47	—	—
0,909	52	—	—	48	—	—
0,912	51	—	—	49	—	—
0,914	50	—	—	50	—	—
0,917	49	—	—	51	—	—
0,919	48	—	—	52	—	—
0,921	47	—	—	53	—	—
0,923	46	—	—	54	—	—
0,925	45	—	—	55	—	—
0,927	44	—	—	56	—	—
0,930	43	—	—	57	—	—
0,932	42	—	—	58	—	—
0,934	41	—	—	59	—	—
0,936	40	—	—	60	—	—
0,938	39	—	—	61	—	—
0,940	38	—	—	62	—	—
0,942	37	—	—	63	—	—
0,944	36	—	—	64	—	—
0,946	35	—	—	65	—	—
0,948	34	—	—	66	—	—
0,950	33	—	—	67	—	—
0,952	32	—	—	68	—	—
0,954	31	—	—	69	—	—
0,956	30	—	—	70	—	—
0,957	29	—	—	71	—	—
0,959	28	—	—	72	—	—
0,961	27	—	—	73	—	—
0,963	26	—	—	74	—	—
0,965	25	—	—	75	—	—
0,966	24	—	—	76	—	—
0,968	23	—	—	77	—	—
0,970	22	—	—	78	—	—
0,971	21	—	—	79	—	—
0,973	20	—	—	80	—	—
0,974	19	—	—	81	—	—

0,976	18	—	—	82	—	—
0,977	17	—	—	83	—	—
0,978	16	—	—	84	—	—
0,979	15	—	—	85	—	—
0,980	14	—	—	86	—	—
0,981	13	—	—	87	—	—
0,983	12	—	—	88	—	—
0,985	11	—	—	89	—	—
0,986	10	—	—	90	—	—
0,987	9	—	—	91	—	—
0,988	8	—	—	92	—	—
0,989	7	—	—	93	—	—
0,991	6	—	—	94	—	—
0,994	5	—	—	95	—	—
0,995	4	—	—	96	—	—
0,997	3	—	—	97	—	—
0,998	2	—	—	98	—	—
0,999	1	—	—	99	—	—
1,000	0	—	—	100	—	—

Wenn ein Körper nicht durchaus gleichförmig dicht ist, wie alle organische Körper und viele zusammengesetzte Körper, so muß eigentlich für einen jeden Theil insbesondere das specifische Gewicht erforschet werden. Thut man dieß nicht, so findet man bloß ein mittleres specifisches Gewicht, dergleichen man am menschlichen Körper untersuchet hat. Denn einige Theile am menschlichen Körper sind schwerer, andere aber leichter, als dieses Mittel. Uebrigens können selbst die Theile eines zusammengesetzten Körpers specifisch schwerer, als das Wasser seyn, und gleichwohl der Körper wegen seines Baues auf selbigem schwimmen, wie z. B. verschiedene Arten von Hölzer. M. s. Schwimmen. Man muß also das specifische Gewicht und die Dichtigkeit von dem specifischen Gewichte und der Dichte des ganzen daraus zusammengesetzten Körpers wohl unterscheiden.

M. s. *Musschenbroek* introductio ad philosophiam naturalem Tom. II. §. 1330 seq. Gren Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 354 seq. Karsten Anfangsgründe der gesammten Mathematik. Greifsw. 1788. 8. S. 190 u. f.

Schwer-

Schwererde, Schwerspatherde (terra ponderosa, barytes, terre pondereuse, baryte) ist eine eigene von den übrigen einfachen Erden wesentlich verschiedene Erde, welche mit Schwefelsäure verbunden den so genannten Schwerspath macht. In der Natur wird sie nie im reinen Zustande angetroffen. Gahn [α]) und Scheele [β]) haben ihre Eigenthümlichkeit und ihren Unterschied von der Kalkerde erwiesen. Die reine Schwererde ist weiß, fein und hat keinen merklichen Geschmack. In den Gefäßen einer höhern Temperatur ausgesetzet, wird sie bläulich, und in einer sehr hohen Temperatur schmelzt sie. Im Wasser löset sie sich auf, erfordert aber zu einem Theile 900 Theile Wasser. Diese Auflösung im Wasser reagirt auf Pflanzenfarben, wie das Kalkwasser, zieht aus der Luft wieder Kohlensäure an, und die dadurch entstandene kohlensaure Schwererde fällt daraus nieder, nachdem sie vorher auf der Oberfläche des Wassers ein Häutchen gebildet hat. Indessen saugt die Schwererde die Kohlensäure aus der Luft langsamer und in geringerer Menge ein, als die Kalkerde.

Man bereitet die reine Schwererde auf folgende Art: ein Theil reiner fein gepulverter Schwerspath wird mit drey Theilen kohlensaurer Potasche vermischt, diese Mischung in einen Schmelztiegel gebracht, und in einem gut ziehenden Windofen drey bis 4 Stunden roth geglühet. Daraus entstehet eine Mischung von kohlensaurer Schwererde und schwefelsaurer Potasche, welche in 20 Theilen Wasser gekocht wird, um die schwefelsaure Potasche aufzulösen. Diese Auflösung wird filtriret, und was auf dem Filtrum zurückbleibt, ist kohlensaure Schwererde, welche zu wiederholten Mahlen abgewaschen wird. Da sie noch mit etwas unzerlegter schwefelsaurer Schwererde verbunden ist, so wird sie in Kochsalzsäure aufgelöset, die Auflösung filtriret und bis zur Trockniß abgeraucht. Die zurückbleibende kochsalzsaure Schwer-

α) Bergmann's Anmerk. zu Scheffers chym. Vorles. §. 167.

β) Vom Braunstein, in Schwed. Abhandl. 1774 u. in Crells neuesten Entdeck. Th. I. S. 113. 124. 133.

Schwererde wird so lange in einem Tiegel ausgeglühet, bis kein Dampf mehr aufsteiget, um das etwa damit vermischte kochsalzsaure Eisen theils zu verflüchtigen, theils unauflösbar zu machen, das Magnesium unauflösbar zu machen, und das Spiesglanz zu verflüchtigen. Nach dem Ausglühen löset man die kochsalzsaure Schwererde wieder im Wasser auf, fällt die Schwererde durch Potasche, wäscht sie ab, und löset sie bey einer höhern Temperatur wieder in ein wenig Kochsalzsäure auf, jedoch so, daß ein beträchtlicher Theil derselben noch unaufgelöset bleibt, um fremde, der Kochsalzsäure nicht so nahe verwandte, Erden desto gewisser abzuscheiden. Aus dieser filtrirten Auflösung wird endlich durch kohlensaure Potasche kohlensaure Schwererde gefällt und abgewaschen. Nachher vertreibt man die Kohlensäure durch die Wärme, indem man die kohlensaure Schwererde so lange ausglühet, bis sie nicht mehr mit Säuren brauset.

M. s. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 258. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 398 u. f.

Schwerkraft s. Schwere.

Schwerpunkt, Mittelpunkt der Schwere (centrum grauitatis, centre de gravité) heißt derjenige Punkt eines festen Körpers, welcher unterstützet werden muß, wenn er in jeder Lage ruhen soll. Die wichtige Lehre vom Schwerpunkte fester Körper gründet sich auf die Lehre des Hebels. Setzt man nämlich einen mathematischen Hebel von erster Art, und stellt sich die Gewichte an den Enden beyder Arme angebracht vor, so findet alsdann der Unterstützungspunkt eine Gewalt, welche der Summe beyder Gewichte gleich ist, mithin wird es auch in Ansehung des Effektes einerley seyn, es mögen die beyden Gewichte an den Endpunkten der Arme des Hebels sich befinden, oder auch im Ruhepunkte beysammen seyn. Aus diesem Grunde wird auch der Unterstützungspunkt des Hebels der **gemeinschaftliche Schwerpunkt** (centrum grauitatis commune) beyder Gewichte genennt.

Man findet daher den Schwerpunkt zweyer schwerer fester Körper eben so, wie der Ruhepunkt des Hebels, der mit zweyen Gewichten beschwert ist, gefunden wird. M. s. Hebel.

Wenn an einer geraden unbiegsamen nicht schweren Linie (fig. 61.) die Gewichte p, q, r, ſ, t u. f. so viel als man will, hängen, so kann man zuerst den gemeinschaftlichen Schwerpunkt n von p und q suchen, und es ist nun eben so gut, als wenn in der Linie m b die beyden Gewichte p und q in n beysammen wären. Kommt nun zu den beyden Gewichten p und q das dritte r hinzu, so kann man annehmen, als wenn an der Linie m d nur zwey Gewichte, nämlich in n die Gewichte p + q und in d das Gewicht r hingen, mithin muß es nun einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt o dieser beyden Gewichte geben. Kommt ferner hierzu das vierte Gewicht ſ, so wird dieß eben so viel seyn, als ob an der geraden Linie m e zwey Gewichte hingen, nämlich in o die Gewichte p + q + r und in e das Gewicht ſ, mithin wird abermahls ein Schwerpunkt y dieser beyden Gewichte Statt haben müssen. Kommt endlich noch das Gewichte t hierzu, so wird es wiederum für die Gewichte p + q + r + ſ in y und für t in f aufgehangen den gemeinschaftlichen Schwerpunkt c geben, und dieser wird folglich der gemeinschaftliche Schwerpunkt aller an der Linie m f hangenden Gewichte p, q, r, ſ und t seyn. Dieser Punkt läßt sich sehr leicht nach der Regel finden, welche unter dem Artikel, Moment, statisches, ist gegeben worden.

Stellt man sich nunmehr vor, der feste Körper (fig. 62.) a b besäße nur zwey schwere Elementartheilchen c und e, so muß es in der geraden gedenkbaren Linie c e einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt d für beyde Theile geben, und es ist nun eben so viel, als wenn d allein ein schweres Element wäre, welches dem Gewichte beyder Elementartheilchen c und e gleich ist. Kommt ein drittes schweres Elementartheilchen i hinzu, so gibt es für d und i in der geraden Linie d i den gemeinschaftlichen Schwerpunkt f, so daß es eben so viel wäre,

als ob in dem Punkte f alle drey schwere Elemente e, c und i vereinbaret wären. Nimmt man ferner noch ein anderes schweres Element g an, so muß es abermahls einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt h geben, in welchem gleichsam die schweren Elemente c, e, i, g beysammen wären. Dieser Schluß gilt nun für jede Anzahl schwerer Elemente des Körpers ab auf die um Eins größere Anzahl. Da es nun in einem jeden festen Körper allenthalben schwere Elementartheile gibt, welche alle zusammen einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt besitzen müssen, so folgt es von selbst, daß es in jedem festen Körper einen Schwerpunkt gebe, in welchen man sich gleichsam die ganze Masse des Körpers vereint vorstellen kann.

Wenn eine Ebene den festen Körper durch seinen Schwerpunkt schneidet, so heißt diese eine **Schwerebene** (planum grauitatis), und eine gerade Linie durch den Schwerpunkt, welche folglich ganz in der Schwerebene liegt, ein **Durchmesser der Schwere** (diameter grauitatis). Hieraus ist leicht zu begreifen, daß der gemeinschaftliche Durchschnittspunkt zweyer Durchmesser der Schwere der Schwerpunkt des Körpers sey. Wäre der feste Körper ein Körper von durchaus gleichförmiger Dichte, so würde diejenige Ebene, welche den körperlichen Raum desselben in zwey gleich große Hälften theilet, zugleich die Schwerebene des Körpers seyn. Auch werden drey Schwerebenen, die sich einander schneiden, den Schwerpunkt des festen Körpers bestimmen.

Wird also die Voraussetzung angenommen, daß von gleichförmig dichten Körpern die Rede sey, so lassen sich folgende Sätze in Rücksicht der Bestimmung des Schwerpunktes sehr leicht übersehen:

1) Ein jeder Schnitt durch den Mittelpunkt einer Kugel ist für sie eine Schwerebene, und der Schwerpunkt einer Kugel ist mit dem Mittelpunkte derselben einerley.

2) Jeder Schnitt durch die Axe einer Walze ist für sie eine Schwerebene, so wie auch eine solche der mit den Grundflächen der Walze parallele Schnitt ist, wenn er die Axe halbiret;

halbiret; folglich liegt der Schwerpunkt einer Walze in der Mitte der Axe.

3. Ein jeder Diagonalschnitt eines Parallelepipedi ist eine Schwerebene, und wenn man in jeder Grundfläche zwey Diagonallinien ziehet, so ist die gerade Linie zwischen den Durchschnittspunkten dieser Diagonallinien ein Durchmesser der Schwere; denn dieß ist die Durchschnittslinie zweyer Diagonalschnitte. Nennt man diese Linie die Axe des Parallelepipedi, so lieget dieses Körpers Schwerpunkt in der Mitte seiner Axe.

Im mathematischen Sinne gibt es in der Natur eigentlich keine schwere Linien und keine schweren Ebenen. Wenn aber eine Masse nach ihrer Länge in Form eines Cylinders oder Prisma, wie z. B. beym Drahte gleichförmig vertheilet ist, so kann man sie als eine schwere Linie ansehen, deren Schwerpunkt in der Mitte liegt. Nimmt man ferner sehr dünne Körper von überaus kleinen Höhen, so kann man sie als schwere Ebenen betrachten, welche also auch einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt besitzen müssen. So wird der Mittelpunkt eines schweren Kreises von gleichförmiger Dichtigkeit mit dem Schwerpunkte desselben einerley seyn.

Lassen sich Figuren oder Körper in unendlich kleine Abschnitte zerlegen, deren Schwerpunkte alle in einer geraden Linie liegen, wie z. B. das Dreyeck (fig. 63) abc, oder der Kegel (fig. 64) abc, in Elemente, wie efgh, zerleget werden können, deren Schwerpunkte p in der geraden Linie bd liegen, so läßt sich der Ort des Schwerpunktes i aus der unter dem Artikel, **Moment, statisches,** gegebenen Regel finden, nach welcher bi gleich ist der Summe aller Momente der Theile um b, dividiret durch die Summe aller Gewichte der Theile, wenn man nur die Summe aller dieser unendlich vielen Momente angeben kann. Noch ehe die Kunstgriffe der höhern Mathematik bekannt waren, mußte man dieß auf sehr mühsamen Wegen suchen, wie man beym

Valerius α), Wallis β) und Casatus γ) sehen kann. Seitdem aber diese sind entwickelt worden, so lassen sich auch auf diesem Wege die Schwerpunkte solcher Figuren oder Körper sehr leicht finden. In dem Dreyecke (fig. 63) abc sey bk senkrecht auf ac, bl = x, und das dazu gehörige eh = y, so ist nun lm = dx, und das Element efgh = ydx. Da sich nun bey gleichförmiger Dichte die Gewichte wie die Volumen verhalten, so stellt auch das Element efgh zugleich das Gewicht dieses Elementes vor; das statische Moment desselben um den Punkt b ist nun das Produkt dieses Gewichtes in die Entfernung bp, mithin = bp . ydx; folglich die Summe aller Elemente von b bis eh = ſ. bp . ydx. Wenn man nun aus der Beschaffenheit der Figur die Werthe von bp und y durch x ausdrücket, so kann man diese Summe durchs Integriren finden, welche, wenn man x = bk annimmt, die Summe aller Momente der ganzen Figur gibt. Die Summe aller Gewichte wird durch das Volumen oder den Inhalt der ganzen Figur ausgedrücket; dividiret man daher die Summe jener Momente durch die Summe dieser Gewichte, so erhält man die Entfernung bi des Schwerpunktes i von dem Scheitel b. Dieses ganze Verfahren ist das nämliche für den Körper fig. 64. nur daß hier eh eine Fläche wird, da es fig. 63. eine Linie war.

In dem Dreyecke (fig. 63) abc hat man x : bk = y : ac, und auch x : bp = bk : bd. Setzt man nun ac = v . bk, und kd = μ . bk, so hat man y = vx, und bp = μx, folglich ſ. bp . ydx = ſ. vμx^2dx. Integriret man nun diesen Ausdruck so, daß das Integral verschwindet, wenn x = o ist, so wird die Summe der Momente von beh = $\frac{1}{3}$ vμx^3, und vom ganzen Dreyecke abc = $\frac{1}{3}$ vμ . bk^3. Nun ist der Inhalt des Dreyecks abc = $\frac{1}{2}$ ac . bk = $\frac{1}{2}$ v . bk^2; dieß in die Summe der Momente dividiret, gibt bi = $\frac{2}{3}$ μ . bk = $\frac{2}{3}$ bd. Es liegt also der Schwerpunkt

α) *Lucae Valerii* de centro grauitatis solidorum liber. Bonon. 1661. 4.
β) Mechanica P. II. in opp. Tom. I.
γ) Mechanica. Lugdun. 1684. 4.

punkt des Dreyecks in der Linie bd so, daß er um zwey Drittheil derselben von der Spitze b, oder ein Drittel von dem Punkte d in der Grundlinie entfernt ist. Wenn man aus den Hälften der Seitenlinien des Dreyecks nach den entgegengesetzten Winkeln gerade Linien ziehet, so durchschneiden sich diese genau in dem Schwerpunkte, woraus also ein sehr leichtes Verfahren erhellet, den Schwerpunkt eines Dreyeckes durch Zeichnung zu finden.

Für den Kegel (fig. 64) abc ist $bp = x$ und $y =$ der Kreisfläche vom Halbmesser ph. Setzt man nun $dc = v \, . \, bd$, so wird auch $ph = v \, . \, bp = v \, . \, x$, mithin $y = \pi v^2 x^2$; daraus findet man also $\int . \, bp \, . \, y dx = \int . \, \pi v^2 x^3 dx$. Integriret man nun diesen Ausdruck so, daß er verschwindet, wenn $x = 0$ wird, so findet man die Summe der Momente von $beh = \frac{1}{4} v^2 \pi x^4$, und für den ganzen Kegel $abc = \frac{1}{4} v^2 \pi \, . \, bd^4$. Der Inhalt des Kegels ist $= \frac{1}{3} \pi \, . \, dc^2 \, . \, db = \frac{1}{3} \pi v^2 \, . \, db^3$. Dividiret man endlich dieß in die Summe der Momente, so ergibt sich $bi = \frac{3}{4} \, . \, bd$ d. h. der Schwerpunkt des Kegels liegt in der Axe so, daß er um drey Viertel derselben von der Spitze b, und von dem Mittelpunkte der Grundfläche um $\frac{1}{4}$ entfernet ist.

Für eine Halbkugel, deren Halbmesser $= \varrho$, ist $bp = x$, und y der Flächeninhalt eines Kugelschnittes vom Halbmesser $\sqrt{(2 \varrho x - x^2)}$, folglich $y = \pi (2 \varrho x - x^2) = 2 \pi \varrho x - \pi x^2$. Daraus ergibt sich $\int . \, bp . y dx = \int . \, bp (2 \pi \varrho x dx - \pi x^2 dx) = \int . \, (2 \pi \varrho x^2 dx - \pi x^3 dx)$. Dieß so integrirt, daß es für $x = 0$ verschwindet, gibt die Summe der Momente für $beh = \frac{2}{3} \pi \varrho x^3 - \frac{1}{4} \pi x^4$, und für die Halbkugel, wo $x = \varrho$ ist, $= \frac{2}{3} \pi \varrho^4 - \frac{1}{4} \pi \varrho^4 = \frac{5}{12} \pi \varrho^4$. Der Inhalt der Halbkugel beträgt $\frac{2}{3} \pi \varrho^3$, und dieser in jene Summe dividiret gibt den Quotienten $\frac{5}{8} \varrho$ d. h. der Schwerpunkt der Halbkugel steht um $\frac{5}{8}$ des Halbmessers vom Scheitelpunkte und um $\frac{3}{8}$ vom Mittelpunkte ab.

Auch läßt sich der Schwerpunkt eines Körpers durch Versuche bestimmen; rückt man nämlich den Körper auf einer Schärfe so lange hin und her, bis er auf selbiger ruhet, oder

auf keiner von beyden Seiten niederfällt, so liegt nun sein Schwerpunkt in der Schwerebene, in welcher auch die Schärfe liegt. Ein anderer Versuch, bey welchem man andere Stellen des Körpers auf die Schärfe bringt, gibt eine andere Schwerebene, welche sich mit jener in einem Durchmesser der Schwere schneidet. Ein dritter Versuch endlich bestimmt eine dritte Schwerebene, welche sich mit jenem Durchmesser der Schwere im Schwerpunkte selbst schneidet. Eine andere Methode, den Schwerpunkt des festen Körpers zu finden, ist diese: man hänge den Körper an einem Faden auf, so geht die Richtung des Fadens verlängert durch den Schwerpunkt, und bestimmt daher einen Durchmesser der Schwere; wird hiernächst der Körper an einer andern Stelle abermahls an einem Faden aufgehangen, so wird hierdurch ein anderer Durchmesser der Schwere bestimmt, und der Schwerpunkt liegt da, wo beyde Durchmesser der Schwere sich schneiden.

Uebrigens gibt es eine Menge von Körpern, deren Schwerpunkt nicht in die Masse derselben, sondern in eine Stelle fällt, welche keine zu den Körpern gehörige Materie besitzet. Auf solche Art haben hohle Ringe, hohle Kugeln, hohle Kegel, Trichter, hohle Gefäße und dergleichen ihre Schwerpunkte nicht in der Masse dieser Körper, sondern irgendwo in einer Stelle, welche von der zu diesen Körpern gehörigen Materie leer ist, wie z. B. Ringe von gleichförmig dichter Materie im Mittelpunkte derselben u. s. w.

Ein jeder fester Körper, welcher in seinem Schwerpunkte unterstützet ist, so daß er sich zwar um denselben frey drehen, sonst aber nicht weichen kann, muß in jeder Lage ruhen, wie z. B. eine Magnetnadel, die in ihrem Schwerpunkte auf einer lothrechten Spitze horizontal lieget. Das, was den Schwerpunkt hält, leidet einen eben so großen Druck, als wenn das Gewicht des ganzen Körpers, oder welches einerley ist, die Summe der Gewichte aller einzelnen Theile desselben in dem einzigen Schwerpunkte vereiniget wäre, und die übrigen Theile gar kein Gewicht besäßen.

Wenn

Wenn aber der Körper nicht im Schwerpunkte, sondern in einem andern Punkte unterstützet wäre, so kann er auch in keiner andern Lage ruhen, als wenn der unterstützte Punkt mit dem Schwerpunkte in einer Vertikallinie liegt; im entgegengesetzten Falle nämlich wird nach allen Seiten um den Unterstützungspunkt kein Gleichgewicht Statt haben, der Schwerpunkt, in welchem gleichsam die Materie des Körpers vereint ist, wird herabsinken, und dadurch den Körper bewegen. Kann alsdann der Körper nicht weiter ausweichen, sondern nur um den befestigten Punkt drehen, so wird sein Schwerpunkt einen Kreisbogen um jenen Punkt beschreiben, und nach verschiedenen Schwingungen endlich in Ruhe kommen, welches letztere erfolget, wenn der Schwerpunkt unter dem Aufhängungspunkte genau in vertikaler Linie mit diesem sich befindet. Es kann also der Körper so lange nicht in Ruhe kommen, so lange sein Schwerpunkt sinkt; dieser sinkt aber so lange, bis er unter allen möglichen Stellen die niedrigste eingenommen hat, ohne jedoch vorher zu steigen. Ist der Körper unten hohl, wie der von außen durch eine Cylinderfläche, von innen durch eine Kegelfläche, begrenzte Körper afchb in der fig. 65. so kann der unterstützte Punkt c höher liegen, als der Schwerpunkt g, und der Körper hängt gleichsam auf demjenigen, was ihn in c hält. In diesem Zustande des Gleichgewichtes kann sich der Körper nun leicht drehen, ohne daß sein Schwerpunkt steiget. Weil dieß letztere wider die Natur des Schwerpunktes ist, so ist der Körper gegen das Herabfallen desto mehr gesichert, je tiefer der Schwerpunkt unter dem unterstützten Punkte lieget, und je größer das Gewicht des Körpers ist. Hierin liegt der Grund, warum ein beladenes Schiff sicherer stehet, als im entgegengesetzten Falle.

Liegt der unterstützte Punkt niedriger als der Schwerpunkt des Körpers, so verursachet die allergeringste Abweichung der geraden Linie zwischen dem unterstützten Punkte und dem Schwerpunkte von der Vertikallinie, daß der Körper umfallen muß, wofern nicht andere Theile des Körpers im Wege

sind, die es hindern. Wenn es also gleich an sich möglich ist, daß ein gerader Kegel auf seiner Spitze ruhen kann, wenn seine Axe vollkommen vertikal steht, so hätte er doch so unterstützt einen sehr unsichern Stand.

Eine Kugel kann auf einer wagrechten Ebene in jeder Lage ruhig liegen, weil die vertikale Linie durch ihren Schwerpunkt jederzeit die Stelle trifft, worin sie die Ebene berühret; aber auch bey der geringsten Abweichung der Ebene von der horizontalen Lage kann die Kugel darauf nie ruhig liegen, weil alsdann die unterste Stelle ihrer Oberfläche, wo die Vertikallinie durch den Schwerpunkt trifft, nicht unterstützet ist.

Sind zwey oder mehrere Punkte des Körpers, welche insgesammt in gerader Linie liegen, unterstützet, so muß die Ebene durch diese gerade Linie und den Schwerpunkt vertikal seyn, wofern der Körper ruhig liegen soll. Liegt der Schwerpunkt höher, als die unterstützte Linie, wie wenn eine Seitenlinie eines Prisma oder einer Pyramide durch eine wagrechte Ebene unterstützet wäre; so muß der Körper bey der geringsten Abweichung der Ebene durch den Schwerpunkt und die unterstützte Linie von der vertikalen Stellung umfallen.

Wenn hingegen mehr als zwey Punkte des Körpers unterstützet sind, die nicht in gerader Linie liegen, sondern die Winkelpunkte einer geradlinigten ebenen Figur ausmachen, wenn man sie mit geraden Linien zusammenziehet, wie wenn ein Tisch auf drey oder vier Füßen stehet, so stehet der Körper auf einer wagrechten Ebene ruhig, wofern die Vertikallinie durch den Schwerpunkt eine Stelle der Ebene trifft, die innerhalb der Grenze jener Figur liegt; sonst muß er umfallen, weil alsdann nichts da ist, das den Schwerpunkt unterstützt. Dabey ist es gleichgültig, ob der Körper selbst eine ebene Grundfläche hat, womit er an die wagrechte Ebene anschließt, die ihn trägt, oder nicht. Demnach kann ein schiefes Prisma, eine schiefe Pyramide, ein schiefer Cylinder oder Kegel, auf einer wagrechten Ebene alsdann nicht ruhig stehen bleiben, wenn die Stelle, wohin die Vertikallinie

linie durch den Schwerpunkt trifft, außerhalb der Grundfläche dieser Körper fällt.

Hieraus folgt noch weiter, daß ein Körper, der auf einer gegen den Horizont geneigten schiefen Ebene liegt, nicht umfallen kann, wenn die Vertikallinie durch seinen Schwerpunkt innerhalb der Grundfläche desselben fällt, er wird bloß hinabglitschen, wofern dieß die Friktion nicht hindert. Fällt hingegen die Vertikallinie durch den Schwerpunkt des Körpers außerhalb der Grundfläche, so wird der Körper umschlagen, und ein runder wird herabrollen.

Der Inhalt der Flächen oder der Körper, welche durch Umdrehung einer Linie oder einer Fläche entstehen, ist gleich dem Produkte der erzeugenden Linie oder Fläche in den Weg, welchen der Schwerpunkt dieser Linie oder der Fläche bey der Entstehung zurückleget. Guldin gründete auf diese Regel eine Methode, den Inhalt der Figuren und Körper zu finden. M. s. Centrobarysch. Leibnitz [α]) fand, daß dieser Satz auch auf Flächen anwendbar sey, welche durch Abwickelung krummer Linien erzeuget werden. Von beyden Regeln hat Varignon [β]) einen ausführlichen Beweis gegeben.

Wenn Körper, die sonst in Ruhe sind, durch andere beschleunigende Kräfte, welche nach parallelen Richtungen in einen jeden Theil der Masse wirken, in Bewegung versetzet werden sollen, wie z. B. auf einer Ebene ruhende Körper durch einen Stoß, so lassen sich hier noch die nämlichen Schlüsse in Rücksicht des Schwerpunktes dieser Körper gebrauchen, wie bey der Einwirkung der Schwere auf die Körper. Die meisten Physiker wollen nur diesen Punkt nicht Schwerpunkt, sondern lieber Mittelpunkt der Masse nennen, weil durch den Widerstand der Unterstützung die Schwere völlig aufgehoben sey, und die Körper bloß wegen der Trägheit der ankommenden Kraft entgegen wirken. M. s. Mittelpunkt der Schwere. Allein es ist unmöglich, daß ein

α) Acta eruditor. Lipsiens. 1695. p. 493.
β) Mémoir. de l'Academ. roy. des scienc. de Paris 1714. p. 78-123.

ein Körper bloß, weil er träge ist, einer Kraft entgegen wirken könne. M. s. Gegenwirkung, Trägheit.

Beweget sich ein System von Massen in einerley geraden Linie oder in Parallellinien, so beweget sich der gemeinschaftliche Schwerpunkt aller Massen in eben der Linie oder auch mit paralleler Richtung, oder er ruhet, und die Summe aller Bewegungen (nach einerley Seite mit +, nach der entgegengesetzten mit — bezeichnet) ist gleich der Bewegung des mit der Summe aller Massen bewegten Schwerpunktes (nach der positiven Seite zu betrachtet). Man findet also die Geschwindigkeit des Schwerpunktes, wenn man die Summe aller Größen der Bewegung durch die Summe aller Massen dividiret. Wären die Bewegungen nicht parallel, so läßt sich eine jede nach parallelen Richtungen zerlegen, und die Bewegung des Schwerpunktes durch Zusammensetzung der Theile suchen, welche Methode von d'Alembert *) sehr oft gebrauchet wird.

Wenn ein System von Körpern frey d. i. an keinen festen Punkt, um welchen es sich drehen müßte, gebunden ist, so wird durch die Ruhe oder Bewegung seines Schwerpunktes nichts in den Wirkungen der Massen auf einander selbst geändert; die Massen wirken wie ruhende, und das ganze System beweget sich eben so, wie sich sein Schwerpunkt beweget.

Auf die Lehre vom Schwerpunkte gründen sich eine große Menge von Phänomenen. So wird ein jeder Körper desto sicherer stehen, je größer die Grundfläche ist, womit er an das, was ihn unterstützet, anschließt. Es wird daher der Mensch auf beyden Füßen einen sicherern Stand haben, als auf einem, weil im erstern Falle die Vertikallinie durch den Schwerpunkt auf eine größere Grundfläche, als im andern fällt. Aus eben dem Grunde wird der Stand des Menschen noch sicherer seyn, wenn er die Füße gerade vorwärts kehret, als wenn er sie zur Seite richtet; denn im letztern Falle würde die Vertikallinie durch den Schwerpunkt schon

*) Traité de dynamique. Paris 1752. 4.

schon außerhalb der Grundfläche der Füße fallen, wenn sich der Mensch nur etwas mit dem obern Körper vorwärts biegt. Die vierfüßigen Thiere hingegen stehen auf einer größern Grundfläche, mithin weit sicherer als der Mensch. So bald der Mensch mit einem Fuße vorwärts schreitet, so bieget sich auch zugleich der obere Theil des Körpers nach dieser Seite hin, und die Vertikallinie des Schwerpunktes fällt nun außerhalb der Grundfläche des noch ruhenden Fußes, folglich müßte der Mensch fallen, wenn nicht zu gleicher Zeit der andere Fuß wieder unter den Schwerpunkt lothrecht gebracht würde. Es sind also Gehen, Laufen und Springen ein beständig erneuertes und wieder unterbrochenes Fallen.

Beym Tragen schwerer Lasten fällt der gemeinschaftliche Schwerpunkt des Körpers und der Last weiter vom Körper ab nach der Gegend zu, wo die Last ist. Daher beugt oder streckt der Träger den obern Theil des Körpers oder auch andere Theile desselben nach der entgegengesetzten Seite, um den Schwerpunkt in seine vorige Stelle wieder zurück zu bringen. Hierin liegt der Grund, warum der Träger, der die Last auf dem Rücken hat, sich vorwärts biegt, rückwärts, wenn er sie vor sich hat; warum er den linken Arm ausstrecket, wenn die Last am rechten Arme hängt u. s. w.

Ueberhaupt muß bey jeder andern Stellung des Körpers, bey welcher die Vertikallinie durch den Schwerpunkt außerhalb der unterstützten Grundfläche fällt, auch die Stellung der Füße geändert werden, damit der Schwerpunkt eine neue Unterstützung erhält. So setzt derjenige, welcher sich bückt, um etwas aufzuheben, den einen Fuß vorwärts, oder er streckt ihn hinterwärts, um dem vorwärts gebogenen Leibe ein Gegengewicht zu geben, dessen Moment den Schwerpunkt gerade über dem feststehenden Fuße zurückhält. Eine sitzende Person, deren Schwerpunkt von den Füßen nicht unterstützet ist, kann nicht aufstehen, wenn sie nicht entweder die Füße zurückbringt, oder den Oberleib schnell vorbeuget, damit der Schwerpunkt lothrecht über die Füße zu liegen komme. Alles dieß lehret die Erfahrung und Ge-

wohnheit, wenn auch die mechanischen Gründe hiervon unbekannt bleiben. Umständlichere Nachricht von allem diesen findet man beym **Borelli** [α]), **Leupold** [β]), **Desaguliers** [γ]) und **Wiedeburg** [δ]).

Alle Künste der **Balançeurs**, **Aequilibristen** und Seiltänzer gründen sich auf die Lehre vom Schwerpunkte. Diese haben nämlich durch Uebung eine Fertigkeit erlanget, den Schwerpunkt beständig unter einer sehr kleinen Grundfläche zu erhalten. Sobald sie fühlen, daß sich der Schwerpunkt nach der einen Seite hin neiget, und mithin der Körper umfallen müßte, so bringen sie auch sogleich, noch ehe er fallen kann, die Grundfläche wieder lothrecht unter selbigen; daher die unaufhörliche Bewegung, die man bey solchen Künstlern wahrnimmt. Indessen sind schwere und hohe feste Körper viel leichter, als kurze und leichte, zu balançiren; denn bey sehr schweren Körpern fühlt man die Stelle des Schwerpunktes sehr deutlich, und bey hohen Körpern würde der Schwerpunkt beym Fallen einen Bogen vom größern Halbmesser beschreiben und langsamer umschlagen, daher der Balançeur Zeit genug gewinnt, die Basis wieder lothrecht unter den Schwerpunkt zu bringen, noch ehe er umschlagen kann. Daher ist es ungemein leicht, Körper, in welchen der Schwerpunkt sehr hoch lieget, zu balançiren, so wie auch außerordentlich schwere Körper, wenn der Balançeur nur Stärke genug dazu hat. Im Gegentheil wird das Balançiren eines sehr leichten Körpers z. B. eines Strohhalmes für ein Kunststück gehalten.

Die Seiltänzer helfen sich mit dem sehr feinen Gefühle vom Schwerpunkte ihres eigenen Körpers. Die Balançirstange an beyden Enden mit Bley ausgegossen dienet den gemeinschaftlichen Schwerpunkt der Stange und des Körpers, wenn es nöthig, nach der einen oder der andern Seite zurück zu bringen, nachdem die Stange in den Händen verschoben

α) De motu animalium. Lugd. Batavor. 1710. 4.
β) Theatrum staticum. Tab. I et II.
γ) Course of experimental philos. Lect. II. §. 44.
δ) Mathematik für Aerzte. Jena. 8.

schoben oder in schiefe Richtungen gebracht wird. Diese Stangen leisten dem Seiltänzer desto größere Dienste, je länger und je schwerer sie sind. In Ermangelung der Stangen helfen sich die Seiltänzer mit der Ausstreckung der Arme, und überhaupt mit unaufhörlicher Bewegung.

Man kann Körper so mit einander verbinden und unterstützen, daß man meinen sollte, sie fielen herab, und stehen gleichwohl fest. Dieß geschieht z. B. wenn ein sehr leichter Körper mit einem sehr schweren so zusammen gefüget ist, daß der gemeinschaftliche Schwerpunkt von beyden bey aufrechter Stellung des Ganzen niedriger als der Unterstützungspunkt liegt. Dergleichen Körper nehmen durch ihr eigenes Gewicht eine solche Stellung an, daß der Schwerpunkt lothrecht unter den unterstützten Punkt kommt, da sie alsdann ruhig stehen. Auf solche Art verfertiget man einen kleinen Seiltänzer von Holz, an welchem zwey gebogene Drähte mit Bleykugeln stecken. Der gemeinschaftliche Schwerpunkt fällt gerade unter die Füße des Tänzers in die Luft, daher er sich auf einem ausgespannten Faden von selbst aufrecht stellet, und in dieser Stellung erhält. Mehrere solche Spielwerke beschreiben Schwenter α) und Leupold β). Auch gehören noch hierher die kleinen Männchen von Kork unten mit Bley, welche von selbst sich aufrichten, wenn sie nieder gelegt, oder auf den Kopf gestellet werden, weil ihr Schwerpunkt im Stehen niedriger liegt, als im Liegen, und diese tiefere Stelle erreichen kann, ohne vorher steigen zu dürfen.

So scheinen auch die hangenden Thürme zu Bologna und Pisa einzustürzen, ob sie gleich wegen der guten Verbindung ihrer Theile, und weil die Vertikallinie durch den Schwerpunkt auf die Grundfläche derselben fällt, sehr feste stehen. Casatus berechnet den zu Pisa, und glaubt, er sey mit Fleiß so gebauet worden γ), welches von beyden Labat

α) Mathematische Erquickstunden. B. I. Th. 9. Aufg. 5. 6. 7.
β) Theatrum staticum universale, Tab. I. fig. 18.
γ) Mechanica, l. c. 9.

hat α) und de la Lande β) behaupten; hingegen nimmt de la Condamine γ) an, sie hätten sich geneiget.

Wenn man eine solche Vorrichtung machen kann, daß eine flüssige Materie z. B. Quecksilber, in der Höhlung eines Körpers aus einem Theile nach und nach in den andern läuft, und der Körper Gelenke besitzet, welche ihn beym Umfallen in gewisse Stellungen versetzen und bestimmte Theile von ihm auf neue Unterstützungspunkte bringen, so wird er allerley Posituren annehmen, und von einem Orte zum andern fallen, je nachdem sich der Schwerpunkt des Ganzen in diesem oder jenem Theile befindet. Hierauf beruhet die Einrichtung der Puppe, welche von einer Treppe herabpurzelt, und als eine chinesische Erfindung von Musschenbroek δ) beschrieben wird.

Auch die Erscheinung des doppelten Kegels und der Walze, welche auf der schiefen Ebene hinauf zu rollen scheinen, gründet sich auf die Lehre vom Schwerpunkte. Die Friktion nämlich verursachet, daß diese Körper von der schiefen Ebene nicht herabgleiten können, durch den wirklichen Fall des Schwerpunktes aber scheinen sie sich aufwärts zu bewegen. M. s. Schiefe Ebene.

M. s. *Musschenbroek* introductio ad philosophiam naturalem Tom. I. §. 373 seq. Karsten Anfangsgründe der mathematischen Wissenschaften. B. II. Greifsw. 1780. 8. Statik. Abschnitt IV. Dessen Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. IV. Greifsw. 1769. 8. Abschnitt XIII.

Schwerspath s. Schwererde.

Schwimmen (innatare s. insidere fluido, natare, flotter, nager). Man sagt, daß ein Körper auf einer flüssigen Materie schwimme (innatare fluido, flotter), wenn er in dieser nicht ganz untersinkt, sondern auf derselben Oberfläche bleibt, und mit einem kleinern oder größern Theile über selbige hervorraget. Die Ausdrücke natare, nager werden

α) Voyage d'Espagne et d'Italie. Tom. II. chap. 5.
β) Voyage d'un François en Italie 1769. 8. Vol. II. p. 18 et p. 482.
γ) Memoir. de l'Acad roy. des scienc. de Paris 1757. p. 347.
δ) Introduct. ad Philos. natur. Tom. I. §. 508.

werden eigentlich nur vom Schwimmen lebender Menschen oder Thiere gebrauchet, wobey gewisse Bewegungen derselben nothwendig erforderlich sind, um sich auf der Oberfläche der flüssigen Materie zu erhalten, und sich von einer Stelle zur andern fort zu bewegen. Die übrigen Ausdrücke werden sowohl von leblosen als auch von lebenden Körpern gemeinschaftlich gebrauchet.

Es ist bereits unter dem Artikel, **Gleichgewicht**, gezeiget worden, daß ein Körper auf dem Wasser nur alsdann schwimmen könne, wenn sein ganzes Gewicht weniger wiegt, als ein Theil Wassers, welcher mit dem schwimmenden Körper einen gleich großen körperlichen Raum einnimmt. Ein solcher Körper aber, welcher mit einem andern von gleichem Umfange weniger wiegt, heißt **specifisch leichter**, als dieser Körper. M. s. **Schwere, specifische**. Daraus erhellet also, daß alle diejenigen Körper, welche auf einer flüssigen Materie schwimmen, specifisch leichter sind als die flüssige Materie. So schwimmen also z. B. alle Körper auf dem Wasser, deren specifisches Gewicht in den gewöhnlichen Tabellen kleiner als 1,000, und alle auf dem Quecksilber, deren specifisches Gewicht kleiner als 14,000 angegeben wird. Auf dem Wasser schwimmen also der Kork, die meisten Holzarten, das Eis, die Fette, und auf dem Quecksilber alle feste Körper außer Gold und Platina.

Der auf dem Wasser schwimmende Körper (fig. 66.) e f g h muß sich in selbigem so tief eintauchen, bis die aufwärts treibende Kraft des Wassers gerade so groß ist, als das Gewicht des ganzen Körpers beträgt. Diese Kraft aber ist jederzeit dem Gewichte des aus der Stelle verdrängten Wassers gleich, welches vorher durch die hebende Kraft des andern Wassers getragen wurde, daher tauchet sich der feste Körper durch sein Gewicht so tief ein, bis das Gewicht derjenigen Menge vom Wasser, welche mit dem eingetauchten Theile i f g k des festen Körpers einerley Raum einnimmt, dem ganzen Gewichte des festen Körpers gleich ist. M. s. **Gleichgewicht** (Th. II. S. 784.).

Der

Die specifischen Gewichte zweyer gleichförmig dichten Körper verhalten sich wie die Quotienten ihrer Gewichte durch ihre Räume dividiret (m. s. Schwere, specifische,); mithin, wenn ihre Gewichte gleich sind, umgekehrt wie ihre Räume. Weil nun die Gewichte des Körpers im Raume e f g h, und des Wassers im Raume i f g k gleich sind, so folgt, daß das specifische Gewicht des festen Körpers sich zum specifischen Gewichte des Wassers verhält, wie die Größe des eingetauchten Theils zu der ganzen Größe des festen Körpers. Z. B ein fester Körper tauche sich im Wasser nur bis zur Hälfte ein, so hat man daraus das Verhältniß der specifischen Gewichte wie 2 : 1, folglich beträgt das Gewicht des festen Körpers in Vergleichung mit dem des Wassers $= \frac{1}{2}$ des letztern.

Wird ein und der nämliche Körper in zweyen verschiedenen flüssigen Materien eingetauchet, so wird er sich in beyden auf verschiedene Größen einsenken, und es werden sich alsdann die specifischen Gewichte beyder flüssiger Materien zu einander verhalten umgekehrt, wie die eingetauchten Theile. Man setze nämlich, ein fester Körper tauche sich im Wasser, dessen specifisches Gewicht $= \gamma$ ist, im Raume p, und in einer andern flüssigen Materie, deren specifisches Gewicht $= g$, im Raume q ein, so hat man, wenn noch das specifische Gewicht des festen Körpers $= G$, und seine ganze Größe $= P$ gesetzet wird

$$\gamma : G = P : p$$
$$G : g = q : P$$

mithin $\gamma : g = q : p$

Hierauf beruhen die Methoden, die specifischen Gewichte verschiedener flüssiger Materien durch Einsenkung schwimmender Körper zu untersuchen, wovon der Artikel, Aräometer, handelt.

Aus diesen Betrachtungen läßt sich auch noch leicht einsehen, daß ein und der nämliche Körper in einer leichten flüssigen Materie sich tiefer einsenken müsse als in einer schwerern.

Es ist ferner leicht zu begreifen, daß man aus dem Gewichte des festen Körpers und dem specifischen Gewichte des Wassers die Größe des eingetauchten Theils finden könne, so wie das ganze Gewicht des Körpers aus der Größe des eingetauchten Theils nebst dem specifischen Gewichte des Wassers; im ersten Falle nämlich dividiret man das ganze Gewicht des Körpers durch das specifische Gewicht des Wassers, der Quotient ist die Größe des eingetauchten Theils; im andern Falle aber multipliciret man das specifische Gewicht des Wassers mit der Größe des eingetauchten Theils.

Es ist jedoch eben nicht nothwendig, daß der feste Körper, der vom Wasser getragen werden soll, gleichförmig dichte seyn müsse. Man kann auch zwey oder mehrere feste Materien, wovon einige specifisch schwerer, andere specifisch leichter, als Wasser, sind, so mit einander verbinden, daß der zusammengesetzte Körper noch vom Wasser getragen wird. Ja man ist sogar vermögend, einem specifisch schwerern Körper als das Wasser eine solche Gestalt zu geben, daß er nicht untersinke, wenn nämlich der eingetauchte Theil im Wasser einen Raum einnimmt, welcher mit Wasser ausgefüllt so schwer als das ganze Gewicht des Körpers ist. Daher kommt es, daß hohle Körper auf dem Wasser schwimmen, welche untersinken würden, wenn sie mit Wasser angefüllet wären.

Gesetzt, es wäre das Gewicht eines festen Körpers, der specifisch schwerer als das Wasser ist, $= p$, sein specifisches Gewicht $= g$, und seine geometrische Größe $= V$, ferner das specifische Gewicht eines andern festen Körpers, der specifisch leichter als das Wasser ist, $= G$, nnd seine geometrische Größe $= v$, so läßt sich leicht das Gewicht q von diesem Körper finden, wenn sie beyde zusammen verbunden auf dem Wasser eben so schwimmen sollen, als ein gegebener Körper A vom specifischen Gewichte h, der specifisch leichter als das Wasser ist. Es ist nämlich klar, daß der aus beyden zusammengesetzte Körper eben so viel Gewicht besitzen müsse, als der Körper A, dessen geometrische Größe $= V + v$

ist,

ist. Nun hat man $V = \frac{p}{g}$ und $v = \frac{q}{G}$ (m. s. Schwere, specifische), folglich $V + v = \frac{p}{g} + \frac{q}{G} = \frac{pG + qg}{gG}$, und das Gewicht des Körpers $A = (V + v)\,h = \frac{(pG + qg)\,h}{gG}$; dieses soll aber $p + q$ seyn, demnach ergibt sich die Gleichung

$$\frac{p \cdot hG + q \cdot h \cdot g}{gG} = p + q,$$ und hieraus findet man

$$q = \frac{pG\,(g - h)}{g\,(h - G)}.$$

Exempel. Die specifischen Gewichte des Bleyes und Wassers sind wie 11,325 : 1,000; die specifischen Gewichte des Korkholzes und Wassers wie 0,240 : 1,000, und des Tannenholzes und des Wassers wie 0,550 : 1,000, man frägt wie viel Korkholz mit einem Klumpen Bley von 100 Pfund verbunden werden müsse, damit es auf dem Wasser eben so schwimmen könne, wie das Tannenholz. Es ist hier also $p = 100$ Pfund, $g = 11{,}325$, $G = 0{,}240$ und $h = 0{,}550$, folglich findet man

$$q = \frac{100 \cdot 0{,}24\,(11{,}325 - 0{,}55)}{11{,}325\,(0{,}55 - 0{,}24)}$$

$$= \frac{100 \cdot 0{,}24 \cdot 10{,}775}{11{,}325 \cdot 0{,}31} = 70{,}8 \text{ Pfund}$$

also müßten 70,8 Pfund Korkholz mit 100 Pfund Bley verbunden werden, wenn der aus beyden zusammengesetzte Körper auf dem Wasser eben so schwimmen soll, wie das Korkholz.

Auf diesen Satz gründen sich auch die Methoden, den Menschen durch Kork, aufgeblasene Blasen, hohle Körper u. s. f. zu erleichtern. Der Gebrauch des Korks war schon den Alten bekannt, wie die Redensart, sine cortice natare, beweiset. In den neuern Zeiten haben Bachstrohm

strohm [α]) einen Schnürleib oder Wasserhemde von Kork, und la Chapelle [β]) ein noch bequemeres Schwimmkleid von Kork vorgeschlagen. Verschiedene Vorschläge, über Wasser zu kommen, findet man beym Leupold [γ]) und Thevenot [δ]). Eine andere Einrichtung, sich über Wasser zu halten, hat Wagenseil [ε]) angegeben; sie bestehet aus einem hohlen cylindrischen hölzernen Kasten, welcher um den Leib befestiget werden kann.

Um sich eine rechte Idee vom Schwimmen der Menschen zu machen, haben sich verschiedene Naturforscher bemühet, das specifische Gewicht der Menschen zu bestimmen. Muschenbroek setzt es 1,11 oder um $\frac{1}{9}$ größer als das Gewicht des Wassers [ζ]). Wilkenson [η]) mußte einem Menschen, welcher ein Gewicht von 104 Pfund hatte, noch 12 Unzen, 15 Drachmen und 2 Scrupel Kork an den Hals befestigen, damit er mit dem Wasser eine gleiche specifische Schwere erhielt. Es war also dieser Mensch nur etwas weniges schwerer, als das Wasser. John Robertson [θ]) ließ Leute, die er zuvor gewogen, in ein Parallelepipedum mit Wasser treten, und maß hierauf, um wie viel das Wasser sich erhoben. Diese Versuche gaben ihm verschiedene Resultate, meistens fand er aber, daß der Mensch etwas leichter sey, als eben so viel Wasser. Indessen hat man noch nicht viele Erfahrungen davon, daß es Leute gebe, deren specifisches Gewicht sehr viel kleiner, als das specifische Gewicht des Wassers ist, welche also von aller Gefahr jemals zu ertrinken gänzlich frey sind, und natürliche Schwimmer abgeben, ohne

α) L'art de nager. Amsterd. 1741. 8. Die Kunst zu schwimmen. Berlin, 1742. 8.
β) Beschreibung eines Schwimmkleides. Aus d. Franz. Warschau 1770. 8.
γ) Theatrum pontificiale. Tab. I. II.
δ) L'art de nager avec des avis de se baigner utilement. à Paris 1782
ε) Acta eruditor. Lipf. 1691. p. 37 sq.
ζ) Introductio ad philosoph. natural. Tom. II. §. 1399.
η) Philosoph. transact. Vol. LV. p. 103.
θ) Philosoph. transact. Vol. L. p. 30.

ohne sich dabey im geringsten durch die Kunst zu helfen. Karsten α) führet eine Nachricht des Abt Dominicus Bartaloni von dem Priester Don Paolo Moccia in Neapel an, welcher im Meere nicht weiter, als bis mitten an die Brust einsank, und alle mögliche Verrichtungen und Bewegungen vornehmen konnte, ohne einen unglücklichen Zufall zu befürchten. Sein Gewicht betrug 300 Neapolitanische Pfund, und sein Körper ist 30 Neapolitanische Pfund leichter, als eine eben so große Menge Wassers befunden worden. Was aber eben daselbst nach Bartaloni von einem gewissen Neapolitaner Cola Pesce angegeben wird, es sey dieser nämlich vom Hafen von Neapel aus bis auf die Insel Capri, mithin 30 Italiänische Meilen, mit aller Bequemlichkeit auf dem Meere spatzieren gegangen, ist Fabel. Dieser Cola ist auch schon Kirchern β) bekannt. Er erhielt den Zunahmen Pesce wegen seiner Geschicklichkeit im Tauchen und Schwimmen, und er mag wohl nach dieser Insel geschwommen, aber nicht spatzieret seyn.

Es läßt sich daher wohl sicher annehmen, daß der menschliche Körper in der Regel etwas schwerer ist, als eine eben so große Menge Wassers. Daher auch das Schwimmen der Menschen als eine Kunst zu betrachten, und erst erlernt werden muß. Dagegen schwimmen aber alle Thiere viel leichter als der Mensch. Vielleicht rührt dieß zum Theil daher, daß der menschliche Körper eine ihm ganz ungewöhnliche Stellung annehmen muß, wenn der aus dem Wasser hervorragende Theil gerade der Kopf seyn soll γ). Die meisten Menschen ertrinken aber gewiß bloß aus diesem Grunde, weil ihnen das Schrecken alle Kraft und Bewußtseyn benimmt, oder die schnelle Erkältung ihnen einen Schlagfluß zuwege bringt. Todte untergesunkene Körper kommen nach einiger

α) Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. III. Hydrostatik. §. 31.
β) Mundus subterraneus. Tom. I. p. 97.
γ) Untersuchung, woher es komme, daß die Thiere von Natur schwimmen können, da hingegen solches der Mensch erst mit Mühe lernen muß, von Bazin im Hamburg. Magazin. B. I. S. 327.

einiger Zeit dieserwegen wieder auf die Oberfläche des Wassers, weil durch die angehende Fäulniß die Höhlungen des Körpers erweitert werden, wodurch das Volumen größer wird.

Durch Aushöhlungen der Körper wird das Schwimmen ungemein erleichtert. Selbst solche Körper, welche ein beträchtlich größeres specifisches Gewicht als das Wasser besitzen, können durch Aushöhlungen dahin gebracht werden, daß sie auf dem Wasser schwimmen. Es läßt sich sehr leicht durch Rechnung zeigen, wie groß die Höhlung eines festen Körpers gemacht werden müsse, wenn das specifische Gewicht des Wassers ein bekanntes Verhältniß haben soll. Es sey nämlich das Gewicht des festen Körpers $= p$, die Größe des Raums, in welche er ausgedehnet werden muß, $= V$, das bekannte Verhältniß seines specifischen Gewichtes gegen das specifische Gewicht des Wassers $= \mu : 1$ und das specifische Gewicht des Wassers $= \gamma$, so beträgt das Gewicht des Wassers, welches den Raum V ausfüllet, $= \gamma V$, mithin hat man $\mu : 1 = p : \gamma V$, und hieraus findet man $V = \frac{p}{\mu \gamma}$.

Exempel. Man soll eine eiserne hohle Schale in Gestalt einer Halbkugel verfertigen, welche 20 Pfund wiegt, und $\frac{2}{3}$ so specifisch schwer, als Wasser ist, so ist nun $p = 20$ Pfund, $\gamma = 66$ Pfund, und $\mu = \frac{2}{3}$, mithin muß $V = \frac{60}{132} = \frac{5}{11}$ Cubikfuß oder 0,455 Cubikfuß groß seyn. Setzt man nun den Halbmesser der Halbkugel $= r$, so ist $V = \frac{2}{3} \pi r^3$, also $r = \sqrt[3]{\frac{3V}{2\pi}} = 0{,}6$ Fuß. Ist ferner der inwendigen hohlen Halbkugel Halbmesser $= \varrho$, so ist der körperliche Raum $= \frac{2}{3} \pi \varrho^3$, und der körperliche Inhalt der Schale $= \frac{2}{3} \pi (r^3 - \varrho^3)$. Weil nun das Gewicht 20 Pfund seyn soll, und ihr specifisches Gewicht $= 7{,}645 \times 66 = 504{,}57$ Pfund beträgt, so wie ihr kubischer Inhalt $= \frac{20}{504{,}57}$ oder 0,0396 Cubikfuß, so wird $\frac{2}{3} \pi (r^3 - \varrho^3) =$

 0,0396

0,0396 und $r^3 - \varrho^3 = \frac{3 . 0,0396}{2\pi}$ und $\varrho = \sqrt[3]{\left(r^3 - \frac{3 . 0,0396}{2\pi}\right)} = 0,59$ Fuß. Nun war

$$\begin{array}{r} r = 0,6 \text{ und} \\ \varrho = 0,59 \text{, also} \\ \hline r - \varrho = 0,01 \end{array}$$

und dieß ist die Dicke der eisernen Schale, welche die Gestalt einer Halbkugel hat.

Formeln und mehrere Beyspiele für Aushöhlungen in Gestalt hohler Kugeln hat **Kästner** α) gegeben, dergleichen auch schon **Leibnitz** β) für das Schwimmen in Luft mittheilet. Diese Formeln haben eine große Uebereinstimmung mit denjenigen, welche unter dem Artikel, **Blasen**, zur Bestimmung der Dicke des Wasserhäutchens der Seifenblasen mit brennbarer Luft sind angeführt worden.

Ein hohles Gefäß, das für sich schon viel leichter als Wasser ist, das den nämlichen Raum ausfüllet, wird nicht nur für sich schwimmen, sondern auch schwere Körper, welche darein gethan sind, erhalten, welche sonst im Wasser untersinken würden. In dem angeführten Beyspiele würde die eiserne Schale in Gestalt einer Halbkugel durch das Wasser mit einer Kraft von $0,455 \times 66 = 30$ Pfund gehoben werden. Da nun ihr eigenes Gewicht 20 Pfund beträgt, so bleiben von dieser hebenden Kraft noch 10 Pfund übrig, und mit noch so viel Gewicht kann man die Schale beladen, ehe sie untersinkt.

Hierauf beruhet die Theorie der **Pontons**, der **Kamelen** oder **Prahmen**, der **Kähne**, der **Fehren** und der **Schiffe**. Die Pontons, von welchen man mehrere Nachrichten beym **Leupold** γ) und **Hoyer** δ) findet, gebrauchet man

α) Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 4te Aufl. Hydrostatik. §§ I–III.

β) De elevatione vaporum, et de corporibus, quae ob cavitatem inclusam in aëre natare possunt, in miscell. Berol. 1710. 4. p. 123.

γ) Theatrum pontific. Tab. XLVIII. XLIX.

δ) Versuch eines Handbuchs der Pontonierwissenschaften in Absicht ihrer Anwendung zum Feldgebrauch. Leipz. I. II. Band. 1793. 8.

man zur Schlagung der so genannten Schiffbrücken. Der Kamele oder Prahmen bedienet man sich, um versunkene Sachen wieder empor zu heben; sie werden nämlich über der Stelle, wo etwas versunken ist, mit Wasser angefüllt, damit sie tiefer gehen; alsdann läßt man das Versunkene durch Taucher mit Thauen daran straff befestigen, und das Wasser ausschöpfen, wodurch die Prahmen nebst der versunkenen Sache gehoben, und letztere durch Wiederhohlung der Operation nach und nach aus dem Wasser emporgebracht wird.

Bey Erbauung der Schiffe suchet man vor allen Dingen das Gewicht eines ledigen Schiffes zu bestimmen, indem man durch Versuche ausmacht, wie weit es einsinke, und dann mit Hülfe der Grundrisse und Aufrisse, nach welchen es gebauet ist, den körperlichen Inhalt des eingetauchten Theils berechnet. Man nehme an, es betrage dieser 1000 Cubikfuß. Kann man nun das Gewicht eines Cubikfußes Wassers 70 Pfund annehmen, so beträgt das Gewicht des ledigen Schiffes = 70 × 1000 = 70000 Pfund. Nun wird bey der Erbauung des Schiffes eine gewisse Grenze festgesetzet, bis an welche es sich ohne Schaden einsenken darf, und nach welcher sich die ganze Anordnung desselben richtet. Aus den Rissen findet man, um wie viel das beladene Schiff sich noch tiefer einsenken dürfe, als es sich ledig einsenkt, und kann daraus den körperlichen Inhalt des Raums finden, der durch die Ladung noch unter Wasser gedruckt werden darf. Gesetzt, es wäre dieser 2000 Cubikfuß, so findet man für die Ladung 70 × 2000 = 140000 Pf. Auf diese Art wird die Schiffsladung gefunden, und nach Lasten und Tonnen ausgedruckt, die Tonne zu 2000 Pf., die Last zu 2 Tonnen gerechnet.

In Ansehung der Stellung, welche schwimmende Körper im Wasser annehmen, kömmt es auf die beyden Schwerpunkte (fig. 65.) des ganzen Körpers l und des Wassers m an, welcher Statt finden würde, wenn der Raum des eingetauchten Theils des schwimmenden Körpers mit Wasser angefüllet wäre. Soll der Körper auf dem Wasser ruhen, so müssen beyde Punkte in einerley Vertikallinie liegen. Man

 kann

kann sich nämlich vorstellen, als wäre die ganze Masse des verdrängten Wassers in m beysammen gewesen; diese war von dem umgebenden Wasser erhalten; folglich geht die mittlere Richtung des Drucks, welche das umgebende Wasser ausübt, vertikal durch m, welches daher mit c, wo das Gewicht des schwimmenden Körpers beysammen ist, in einerley Vertikallinie fallen muß, wenn beyde Kräfte im Gleichgewichte seyn sollen. Vermöge der Natur der Schwerpunkte wird nun der Schwerpunkt l des festen Körpers die niedrigste Stelle einnehmen, ohne vorher steigen zu dürfen; liegt also l unter m, so wird der Körper jederzeit eine solche Stellung annehmen, daß l so weit als möglich von m entfernet ist; liegt hingegen l über m, so wird sich der Körper so stellen, daß der Punkt l dem Punkte m am nächsten ist. So schwimmt ein hölzernes Parallelepipedum jederzeit auf der breitesten Seite, weil in diesem Falle die beyden Punkte einander am nächsten sind; will man machen, daß eine schmälere Seite unten schwimmt, so muß sie mit Gewichten beschweret werden, um den Schwerpunkt gegen sie hinzubringen. Hieraus läßt sich einsehen, warum ein Körper nicht in jeder Stellung schwimmen kann. Ueber die sehr verwickelte Lehre von den Stellungen und der Standhaftigkeit schwimmender Körper fing schon Stevin [α]) einige Betrachtungen anzustellen an. Er führet den Satz an, daß der schwimmende Körper desto sicherer und standhafter auf dem Wasser stehe, je tiefer sein Schwerpunkt unter dem Punkte m liege. Umständlicher haben diese Lehre, besonders zur Anwendung beym Bauen der Schiffe, wenn sie nicht so leicht umgeworfen werden sollen, Daniel Bernoulli [β]), Bouguer [γ]), Euler [δ]), Bossut [ε]) und du Hamel de Monceau [ζ]) ausgeführet.

Bis-

α) Traité des Acrobatiques in d. oeuv. Vol. II. p. 512.
β) Commentar. Acad. Petropol. Tom. X. p. 147 seq.
γ) Traité du navire. Paris 1746. 4. p. 249 seq.
δ) Scientia navalis. Petropol. 1749. 4. Vol. I. cap. 1 – 5.
ε) Traité elementaire d'hydrodynamique. Paris 1771. II. Vol. 8. Vol. I. §. 175 seq.
ζ) Anfangsgründe der Schiffsbaukunst, a. d. Franz. durch C. G. D. Müller, Capit. des Großbrit. Churf. Braunschw. Lüneb. Wachtschiffes auf der Elbe. Berlin 1791. 4.

Bisweilen schwimmen auch auf dem Wasser feste Körper, wenn sie auch specifisch schwerer als Wasser sind. So schwimmen z. B. Nadeln, Goldblättchen, wenn sie behutsam auf die Wasserfläche geleget werden. Der Grund hiervon kann theils darin liegen, daß beym Auflegen solcher Körper auf dem Wasser durchs Verdrengen der Lufttheile zwischen der Oberfläche des Körpers kleine Luftbläschen entstehen, die sich an das Wasser und an den Körper anhängen, oder daß sich in den Körpern selbst eingeschlossene Luft befindet. Denn es ist wohl zu bemerken, daß man die Dichtigkeit des ganzen Körpers von der Dichtigkeit seiner Theile wohl unterscheiden müsse, wie auch bereits unter dem Artikel, Schwere, specifische, ist angeführet worden. So schwimmt Holz auf dem Wasser bloß dieserwegen, weil Luft in seinen Poren befindlich ist. Denn es wird dieses sogleich untersinken, so bald die Lufttheilchen aus selbigem sind ausgetrieben worden. Daher kommt es, daß beym Flößen des Holzes, besonders, wenn es eine geraume Zeit auf dem Wasser gelegen hat, verschiedenes zu Boden sinkt, indem das Wasser die Luft aus dem Holze austreibt.

Soll ein auf dem Wasser schwimmender Körper ganz unter Wasser gebracht, und daselbst erhalten werden, so wird dazu eine Kraft erfordert, welche dem Gewichte des aus der Stelle getriebenen Wassers gleich ist weniger dem Gewichte des Körpers. Und ein Gefäß mit Wasser, worauf ein fester Körper schwimmt, wird um das Gewicht des Körpers schwerer, welches gewöhnlich so ausgedruckt wird, das verlorne Gewicht des festen Körpers wachse dem Wasser zu.

Auch flüssige Materien, von verschiedenen specifischen Gewichten mit einander vermischt, sondern sich von einander ab, wenn sie sich nicht auflösen; die leichtere schwimmt auf der schwerern, wie z. B. Oehl auf Wasser, Wasser auf Quecksilber. Bringt man mehrere flüssige Materien durch Schütteln unter einander, so erfolget bey der Ruhe eine Absonderung, die leichtere steigt durch die schwerere in die Höhe, und alle ordnen sich nach ihren specifischen Gewichten so über

einander, daß eine jede eine wagrechte Oberfläche hat. So führet schon **Bacon von Verulamio** folgenden Versuch an: wenn man ein weitbauchiges und langhalsiges gläsernes Gefäß, welches zum Theil mit Wasser gefüllt ist, in ein anderes umstürzet, welches eine Mischung von Wasser und rothen Wein enthält, so wird sich nach und nach der Wein in das obere Gefäß hinauf begeben, und die oberste Stelle einnehmen. Dieser scheinbaren Verwandlung des Wassers in Wein hat man den Nahmen des **Passevin** gegeben. Werden vier verschiedene Flüssigkeiten z. B. Quecksilber, zerflossenes Weinsteinsalz, Weingeist und Bergöhl zusammen in eine verschlossene Glasröhre gefüllt, so erhält man dadurch ein so genanntes **Elementarglas** oder eine **Elementarwelt**. Diese Materien unter einander geschüttelt bilden das **Chaos**; so bald sie aber in Ruhe kommen, sondern sie sich allmählig von einander ab, und treten, wie die vier Elemente der Alten, nach ihren specifischen Schweren über einander.

M. s. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik Th. III. Hydrostatik. Abschnitt IV. **Käßner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Hydrostatik. §. 55 f.

Schwingung, Oscillation, Vibration (oscillatio, vibratio, oscillation, vibration) heißt überhaupt eine jede hin und her gehende Bewegung eines Körpers. Gewöhnlich ist eine solche Bewegung so beschaffen, daß sie an sich ohne Ende fortdauern würde; allein durch die allgemeinen Hindernisse aller Bewegungen, oder durch Reibung und Widerstand der Mittel wird auch diese Bewegung geschwächt, und zuletzt ganz vernichtet. Eine jede Bewegung dieser Art wird eine **schwingende Bewegung** (motus oscillatorius, vibratorius, mouvement d'oscillation ou de vibration), und ein jedes einzelne Hin- und Hergehen eine **Schwingung** genennt. Dergleichen schwingende Bewegungen erfolgen beym Pendel, bey gespannten Saiten und überhaupt bey allen schallenden Körpern, bey der Luft, wenn sie den Schall fortpflanzt, bey den Oberflächen flüssiger Materien, die in Gefäßen beweget werden, bey der Zunge des Wagebalkens,

balkens, welche sich ins Gleichgewicht stellt. M. s. Pendel, Elasticität, Schall, Wagebalken, Röhren, communicirende.

Alle schwingende Bewegungen entstehen im Allgemeinen daher, daß ein Körper, dem durch irgend eine Kraft eine Bewegung eingedruckt wird, von einem gewissen Orte nach denjenigen Ort, wo er in Ruhe und Gleichgewichte seyn würde, gebracht wird; so bald er nun in diesen Ort des Gleichgewichtes ankommt, und darin ruhen sollte, so führt ihn die mitgetheilte Bewegung über diesen Ort weiter hinaus, bis die bewegende Kraft die ihm mitgetheilte Bewegung aufgehoben hat, und ihn von dieser Grenze an wieder zu dem Orte des Gleichgewichtes zurück führet. An dieser Stelle wiederfähret dem Körper das nämliche wieder, und auf diese Art sollte es ohne Ende fortgehen, wenn nicht die Friktion und der Widerstand der Mittel die mitgetheilte Bewegung bey jeder Schwingung schwächten, wodurch die Ausschweifungen über den Ort des Gleichgewichtes immer kleiner werden, so daß endlich der Körper in diesem Orte selbst zur Ruhe kommt.

Schwingungspunkt s. Mittelp. des Schwunges.

Schwung (oscillatio s. vibratio penduli, oscillation ou vibration d' un pendule) heißt die hin und her gehende Bewegung des Pendels. Gewöhnlich heißt ein **ganzer Schwung** (oscillatio composita) das Hin- und Hergehen des Pendels zusammengenommen; ein **halber** oder **einfacher** (oscillatio simplex) aber das Hingehen des Pendels allein, oder der Hergang desselben allein. Dieser Unterschied wird jedoch von allen Schriftstellern nicht überall genau beobachtet, und selbst Huygens versteht unter seinen Schwüngen nur einfache Schwünge, ohne das Beywort simplex hinzu zu setzen. Sehr oft muß man bloß aus dem Zusammenhange errathen, von welchen Schwüngen die Rede sey, und meistentheils werden nur, wie beym Sekundenpendel, einfache oder halbe Schwünge verstanden. Um

diese Zweydeutigkeit zu vermeiden, thut Herr Kästner *) den Vorschlag, mit dem Worte Schwung allezeit den ganzen Schwung zu bezeichnen, und für den halben Schwung lieber den Ausdruck Pendelschlag zu gebrauchen.

Was die Größe des Bogens betrifft, welchen ein Pendel durchläuft, so kommt es auf die Kraft an, welche das Pendel in Schwungbewegung versetzet. So kann der Schwung größer als ein Halbkreis seyn, ja es kann sogar dahin kommen, daß das Pendel bis zur lothrechten Stellung über den Aufhängungspunkt gehoben wird. In diesem Falle kann das Pendel nicht wieder zurückgehen, sondern muß in der andern Hälfte des Kreises niederfallen, wenn nur die Pendelstange unbiegsam, oder die treibende Kraft so groß ist, daß der Faden hinlänglich gespannt ist. Auf diese Art beschreibet also das Pendel einen ganzen Vertikalkreis, oder auch mehrere, wenn die Kraft groß genug ist, oder auf selbiges zu wirken nicht aufhöret. So läßt sich ein an einem Faden befestigter Körper in vertikalen und schiefen Kreisen, oder auch so bewegen, daß der Faden eine Kegelfläche beschreibet. Dergleichen Bewegungen beleget man auch im gemeinen Leben mit dem Nahmen des Schwunges, obgleich keine hin und her gehende Bewegung des Körpers Statt hat, sondern vielmehr derselbe ununterbrochen in der Peripherie eines Kreises umläuft. Einiges von diesen Bewegungen wird im folgenden Artikel, Schwungkraft, vorkommen.

Auch bey Centralbewegungen, wo die Körper um einen gewissen Punkt in einer krummlinichten Bahn sich bewegen, kommt der Ausdruck Schwung vor. Man stellt sich nämlich vor, daß ein Körper beständig nach einerley Punkt durch eine Kraft gezogen, derselbe aber auch von einer andern Kraft von jener stets abgelenket werde, so daß er gezwungen ist, sich in der krummen Bahn unaufhörlich zu bewegen, welche Bewegung eben Schwung genennt wird.

Schwung-

*) Anfangsgründe der höhern Mathematik. 2te Aufl. Göttingen 1793. 8. S. 333.

Schwungbewegung s. Pendel.

Schwungkraft, Fliehkraft, Centrifugalkraft (vis centrifuga, force centrifuge) heißt diejenige Kraft, welche einen central bewegten Körper vom Mittelpunkte des Krümmungskreises, oder überhaupt von den in der Normallinie liegenden Punkten stetig zu entfernen strebet. Unter dem Artikel, Centralkräfte, ist bereits umständlich gezeiget worden, daß diese Kraft in der Natur wirklich existiret, und daß sie nicht, wie einige Naturforscher glauben, eine bloße mathematische Idee sey. Auch ist daselbst allgemein gezeiget worden, daß sie durch $\frac{\gamma^2}{2\alpha g}$ ausgedrucket werde, wenn γ die Geschwindigkeit des Körpers, g den Fallraum schwerer Körper in einer Sekunde, und α die Entfernung des Körpers vom Mittelpunkts des Krümmungskreises andeuten. Im gegenwärtigen Artikel ist nun nur nöthig zu zeigen, wie aus diesem Ausdrucke Bestimmungen solcher Schwungkräfte, die man an unserm Erdkörper wahrnimmt, sich ableiten lassen.

Ein jeder Ort auf der Erdfläche wird durch die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Axe alle 24 Stunden in einem dem Aequator parallelen Kreise umgetrieben. M. s. Parallelkreise. So beschreibet (fig. 66.) der Ort d täglich einen Kreis vom Halbmesser e d. Aus dieser Umdrehung entstehet für jeden Ort, wie d, ein Schwung, welcher den Punkt d von dem Mittelpunkte e des Kreises mit einer Kraft = $\frac{\gamma^2}{2g.de}$ zu entfernen, und nach d h zu treiben strebet. Die Geschwindigkeit γ druckt den Raum aus, welchen der Ort d in einer Sekunde Zeit zurückleget, und da dieser den ganzen Kreis $2\pi.de$ binnen einem Sterntage oder binnen 86164 Sekunden Sonnenzeit durchläuft, so erhält man $\gamma = \frac{2\pi.de}{86164}$, und wenn die Zahl $86164 = \mu$ gesetzt wird, $\gamma = \frac{2\pi.de}{\mu}$, folglich $\gamma^2 = \frac{4\pi^2.de^2}{\mu^2}$, und

Schwung nach dh $= \frac{4\pi^2 . de^2}{\mu^2} : \frac{1}{2g . de} = \frac{2\pi^2 . de}{\mu^2 g}$.

Diesen Schwung kann man rechtwinklicht in die beyden Theile dg und gh zerlegen, wovon nur der erste dg der nach dc wirkenden Kraft entgegen ist. Wegen der Aehnlichkeit der beyden Dreyecke ecd und dgh, verhält sich der Theil dg zum ganzen dh wie ed : dc, folglich

der Schwung nach dg $= \frac{dh . de}{dc} = \frac{2\pi^2 . de^2}{\mu^2 . g . dc}$.

Nun bleiben aber μ, g, π und dc für alle Orte d einerley, mithin verhalten sich die der Schwere entgegengesetzten Schwungkräfte an verschiedenen Orten wie de^2, oder, weil de den Cosinus des Bogens db oder der geographischen Breite vorstellet, wie die Quadrate der Cosinusse der Breiten.

Hieraus läßt sich nun sehr leicht die Schwungkraft unter dem Aequator selbst oder in dem Orte b bestimmen. Denn für solche Oerter, welche im Aequator liegen, verwandelt sich de in cb = cd, folglich ist der Schwung unter dem Aequator

$$= \frac{2\pi^2 . cd}{\mu^2 . g}.$$

Setzt man mit Picard den Halbmesser der Erdkugel = 19615176 Paris. Fuß (m. s. Erdkugel Th. II. S. 213.), g nach Versuchen, die in Paris angestellet sind, = 15,0957 Paris. Fuß (m. s. Fall der Körper), und μ = 86164 Sekunden in Sonnenzeit, so ergibt sich der Schwung unter dem Aequator

$$\frac{2 . 3{,}1416^2 . 19615176}{86164^2 . 15{,}0957^2} = \frac{1}{289{,}4}$$ der Schwere zu Paris.

Eben dieß Resultat fand schon Huygens *), der Erfinder dieser Lehren. Auch gründete er hierauf bereits eine Berechnung über die Abplattung der Erde, jedoch nahm er hierbey nicht Rücksicht auf die verschiedene Schwere in verschiedenen Entfernungen vom Mittelpunkte. Nimmt man nämlich

*) De vi centrifuga und de causa gravitatis in opp. Tom. I.

lich (fig. 58.) an, die beyden Säulen pc und bc beständen aus Materien von gleichen Dichtigkeiten, deren Schwere in pc (unterm Pole, wo keine Umdrehung Statt findet) unverändert bliebe, in cb aber an jeder Stelle in dem Verhältnisse des Halbmessers der Umdrehung um c vermindert würde, so werden diese Verminderungen in b, $\frac{1}{289}$ der Schwere, in h oder der Mitte von bc die Hälfte davon oder $\frac{1}{578}$, bey c hingegen nichts mehr ausmachen, und die Verminderung, welche die ganze Masse cb an der Schwere leidet, wird sich im Durchschnitte auf den 578ten Theil derselben setzen lassen. Wenn daher beyde Säulen pc und bc im Gleichgewichte seyn sollen, so muß auch pc um $\frac{1}{578}$ kleiner als bc seyn, oder die Abplattung wird $\frac{1}{578}$ betragen müssen. M. s. **Erdkugel.**

Huygens geht noch weiter, und beweiset, daß, wenn die Umdrehung der Erde 17 Mahl schneller erfolgte, mithin die Schwungkraft 289 Mahl größer wäre, alsdann die Schwere unter dem Aequator = 0 wäre, wodurch die Erde die größtmöglichste Abplattung erhalten, und der Durchmesser des Aequators doppelt so groß als die Erdaxe seyn werde. Ein noch schnellerer Umschwung der Erde würde verursachen, daß die Theile im Aequator von der Schwere nicht mehr zurück gehalten werden könnten, und müßten daher von der Erde entfliehen.

Newton[α]), welcher hierüber eine andere Rechnung führte, gibt in der ersten Ausgabe die Schwungkraft unterm Aequator gegen die Schwere wie 1 : 290$\frac{4}{5}$, in den neuern Ausgaben aber, wo er sie mit der Schwere in der Breite von Paris vergleicht, wie 7,54064 : 2177,267 oder wie 1 : 289 an; seine Commentatoren setzen sie bey genauerer Betrachtung der elliptischen Gestalt wie 7,56244 : 2176,91558 oder wie 1 : 287,86 Nach andern Berechnungsarten finden sie **Maupertuis**[β]), **Kraft**[γ]) und **Hermann**[δ]) ebenfalls wie 1 : 289.

Will

α) Princip. L. III. prop. 19.
β) Sur la figure des astres.
γ) Comment. Acad. Petropol. Tom. VIII. p. 632 seq.
δ) Phoronomia, p 367 seq.

Will man nunmehr bestimmen, um wie viel in einem jeden andern Orte der Erdfläche die Schwere durch den Schwung verändert wird, so braucht man nur den Bruch $\frac{1}{289}$ mit dem Quadrate des Cosinus der Breite dieses Ortes zu multipliciren. Bey einer Breite von 60°, deren Cosinus $\frac{1}{2}$ hat, würde dieß nur $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{289}$ oder den 1156ten Theil ausmachen.

Bey solchen krummlinichten Bewegungen, welche auf der Erde durch verschiedene Kräfte erzeuget werden, wie z. B. bey der Pendelbewegung, beym Wurfe, beym Schleudern im Kreise u. s. w. verbindet sich der daher entstandene Schwung mit der Schwere auf verschiedene Art. Liegen die Körper auf einem glatten wagrechten Boden, so müssen sie doch immer noch als schwer betrachtet werden, obgleich dieß von den meisten Naturforschern geläugnet wird; die Schwere wirkt nur in jeder Stelle, wo sich der Körper befindet, vollkommen gleich. Die wagrechte Ebene thut nichts weiter, als daß sie bloß verursachet, daß der Körper dem Zuge der Erde nicht folgen kann; sein Gewicht aber d. i. das Produkt aus der Masse in die Schwere, nicht aber, wie die meisten glauben, die bloße Trägheit des Körpers, muß erst durch irgend eine äußere Kraft überwunden werden, ehe sich der Körper auf der wagrechten Ebene bewegen kann. Daher kommt es, daß jederzeit die Anwendung der äußern Kraft dem Gewichte des Körpers proportional seyn muß. Werden nun solche auf einem wagrecht liegenden Boden im Kreise geschwungen, so können sie in Ansehung des Schwunges nach den unter dem Artikel, **Centralkräfte**, angeführten Gesetzen beurtheilet werden. Wird hingegen ein Körper an einem Faden in freyer Luft geschwungen, so zieht ihn die Schwere wirklich nieder, wofern nicht die Kraft, die ihn schwingt, wenigstens dem Gewichte des Körpers gleich ist, und verursachet, daß der Faden die Oberfläche eines Kegels beschreibet.

Dergleichen **konische Schwünge** (motus turbinatorios) hat schon **Huygens** beobachtet, und es gibt Uhren, deren Perpendikel sich auf diese Art bewegen.

Der

Der in konischen Schwüngen begriffene Körper (fig. 68.) b wird durch die Schwere, die nach der vertikalen Richtung bg wirkt, so lange herabgetrieben, bis die aus der Geschwindigkeit γ herrührende Schwungkraft be mit ihr eine mittlere Richtung nach bf zuwege bringt, welche dem gespannten Faden bc gerade entgegengesetzet ist. Ehe aber dieß erfolget, muß der Winkel c immer kleiner, und der Kreis ab immer enger werden; so bald hingegen diese Richtung des schwingenden Pendels eingetreten ist, so hebt nun die Schwungkraft die Schwere auf, und es wird, im Fall die Schwungkraft sich immer gleich bleibt, das Pendel b seine Kreisbewegung um d ungeändert fortsetzen. Nimmt man alsdenn die Schwere nach der Richtung bg = 1 an, so erhält man

$$be = gf = \frac{\gamma^2}{2g \cdot bd}, \text{ und}$$

wegen Aehnlichkeit der Dreyecke cdb und bgf

$$bg : gf = cd : db, \text{ oder}$$

$$1 : \frac{\gamma^2}{2g \cdot bd} = cd : db, \text{ folglich}$$

$$bd^2 = \frac{\gamma^2 \cdot cd}{2g}, \text{ und } \gamma = bd \sqrt{\frac{2g}{cd}}$$

Die Zeit, binnen welcher das Pendel b den Kreis ab durchläuft, ist vermöge der Gesetze bey der Kreisbewegung (Th. I. S. 525.) $= \frac{2\pi \cdot db}{\gamma} = \frac{2\pi}{\gamma} \cdot \gamma \sqrt{\frac{cd}{2g}} = \pi \sqrt{\frac{2 \cdot cd}{g}}$ Sekunden, völlig gleich mit der Zeit, welche ein Pendel von der Länge cd brauchet, um einen unendlich kleinen ganzen Schwung zu vollbringen. M. s. Pendel (Th. III. S. 802). Demnach verhalten sich auch die Umlaufszeiten konischer Schwünge, wie die Quadratwurzeln aus den Höhen der Kegel.

Will man statt der Höhe cd des Kegels den Winkel α und die Länge cb = λ des Pendels in Rechnung bringen, so

so wird $cd = \lambda . \cos. \alpha$, mithin die Umlaufszeit

$$= \pi \sqrt{\frac{2\lambda . \cos \alpha}{g}}$$ Sekunden;

mithin verhalten sich für gleiche α die Umlaufszeiten wie die Quadratwurzeln aus der Länge des Pendels λ, und für gleiche Längen λ wie die Quadratwurzeln aus den Cosinussen der Winkel α.

Wird der Winkel α sehr klein, mithin sein Cosinus sehr nahe $= 1$, so verwandelt sich die Umlaufszeit in diejenige, in welcher ein Pendel von der Länge λ seinen kleinsten ganzen Schwung vollendet. Denn in einem solchen Falle ist leicht zu begreifen, daß die Höhe cd des Kegels von der Länge des Fadens cb nicht viel abweichet.

Vermöge der Proportion $cd : cb = bg : bf$ findet man die Kraft bf, womit der Faden cb gespannt wird, $bg = 1$ gesetzt, $= \frac{cb}{cd}$; mithin verhält sich diese spannende Kraft zur Schwere, wie die Länge des Pendels zur Höhe des Kegels. Wäre $\alpha = 60°$, so hat man $cb = 2 . cd$, folglich die spannende Kraft $= 2$, oder sie ist der doppelten Schwere gleich.

Würde die Schwungkraft nicht in allen Zeittheilen gleich bleiben, sondern immer kleiner werden, welches schon durch den Widerstand des Mittels, worin das Pendel schwingt, und durchs Reiben geschiehet, so ist es natürlich, daß der Winkel α nach und nach immer kleiner wird; das Pendel b wird eine Schneckenlinie beschreiben und endlich in der Vertikallinie cd zur Ruhe kommen. An Uhren aber, wo durch Gewichte oder gespannte Federn der Gang des Pendels beständig einerley Schwung behält, bleibet auch der Winkel α immer der nämliche, und es findet daher die angeführte Formel ihre Anwendung.

Wenn ein schwerer Körper vertikal geschwungen würde, so daß ein Theil seiner Bahn die krumme Linie (fig. 69.) ack wäre, so muß nothwendig seine Schwere in der untern Hälfte der Bahn die Schwungkraft vermehren, in der obern aber

aber vermindern. Nimmt man also an, der Körper falle von dem Punkte a auf der krummen Bahn ack herab, und die Natur der krummen Linie sey durch eine Gleichung zwischen ab $= x$ und ac $= \varphi$ gegeben, so wird, wenn der Körper, welcher in c mit der Geschwindigkeit v anlangt, in den unendlich kleinen Zeittheilchen dt den Weg gh $= d\varphi$ zurückelegen, und bd $=$ gm $= dx$ seyn. In dem Augenblicke, da der Körper in c anlangt, sey die Wirkung der Schwere cf $= 1$. Diese läßt sich nun in die beyden Seitenkräfte ce in der geradlinichten Richtung des gespannten Fadens cl und in ef mit ch parallel zerlegen; die erstere Kraft ce wirkt nun auf die Spannung des Fadens cl, und bestimmt also den Zuwachs der schon vorhandenen Schwungkraft. Es verhält sich aber diese Kraft zur Schwere oder zu 1 wie ce : cf, oder wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke cef und cmh wie mh : gh d. i., wie $dy : d\varphi$, mithin ist ihre Größe $= \frac{dy}{d\varphi}$. Wäre die krumme Linie ein Kreis vom Halbmesser ϱ, also die Schwungkraft für sich bey der Geschwindigkeit v $= \frac{v^2}{2g\varrho}$, und daher beym vertikalen Kreis die ganze Spannung des Fadens lc $= \frac{v^2}{2g\varrho} + \frac{dy}{d\varphi}$. Wird die Curve ack ein völliger Quadrant, so ist nach Sätzen der höhern Geometrie $dy : d\varphi = x : \varrho$, mithin die Schwungkraft in c $= \frac{v^2}{2g\varrho} + \frac{x}{\varrho} = \frac{v^2 + 2gx}{2g\varrho}$, wo in der obern Hälfte des Kreises die x negative Werthe erhalten.

Um aber v zu bestimmen, muß man eine Gleichung zwischen v und x suchen. Diese findet man auf folgende Art. Wenn man annimmt, daß der schwere Körper von a an auf dem vorgeschriebenen Wege ack frey herabfällt, und in c die Geschwindigkeit v erlangt hat, so wird alsdann die Normalkraft ce bloß einen Druck gegen die Unterlage ausüben, und daher in der Bewegung des Körpers nichts än-

dern; die andere ef aber, welche mit dem Elemente ch parallel gehet, ist Tangentialkraft, und wirkt also ganz auf die Veränderung der Geschwindigkeit des Körpers. Diese Kraft verhält sich zur Schwere wie ef : gf, oder wegen Aehnlichkeit der Dreyecke ecf und cmh wie cm : ch d. i., wie $dx : d\varphi$, mithin ist die Größe dieser Kraft $= \frac{dx}{d\varphi}$, welche in der Zeit dt die Geschwindigkeit $2g \cdot \frac{dx}{d\varphi} \cdot dt$ erzeuget. M. s. **Kraft, beschleunigende** (Th. III. S. 162.). Weil man nun bey allen Bewegungen $d\varphi = v\,dt$ setzen kann, so hat man auch $2g \cdot \frac{dx}{d\varphi} \cdot dt = \frac{2g\,dx}{v} = d\dot{v}$, und um so viel ändert sich die Geschwindigkeit des Körpers von jeder Stelle c durch die Wirkung seiner Schwere. Man findet also daraus $2v\,do = 4g\,dx$.

Nun muß noch für irgend eine Stelle des Weges die Geschwindigkeit bekannt seyn. Man nehme sie für die Stelle a, oder für den Anfang der Abscissen $x = \gamma$; mithin muß die Formel $2v\,dv = 4g\,dx$ so integriret werden, daß für $x = 0$, $v = \gamma$ wird. Daraus findet man $\gamma^2 = 0 +$ Const. oder $\gamma^2 =$ Const., und daher

$$v^2 = \gamma^2 + 4gx, \text{ und}$$

$$\frac{v^2}{2g\varrho} = \frac{\gamma^2}{2g\varrho} + \frac{2x}{\varrho}, \text{ folglich}$$

die Schwungkraft in c

$$= \frac{\gamma^2}{2g\varrho} + \frac{3x}{\varrho} = \frac{\gamma^2 + 6gx}{2g\varrho}$$

Wenn man ein bis a um 90° erhobenes Pendel, frey, ohne selbigem einen Stoß zu geben, fallen läßt so wird natürlich $\gamma = 0$, und die Spannung des Fadens an jeder Stelle $= \frac{3x}{\varrho}$ seyn, und im untersten Punkte k, wo $x = \varrho$ ist, $= 3$, oder dreymal so groß als die Schwere werden. Durch ein solches Schwingen des Pendels kann aber nie mehr

als

als der untere Halbkreis beschrieben werden, weil das Pendel, wenn es jenseits der Stelle k eben so hoch gestiegen ist, als es diesseits gefallen war, wieder zurückfällt.

Soll es aber weiter als den Halbkreis durchlaufen, so wird man ihm in dem Punkte a noch einen Stoß geben müssen, damit es sogleich die Geschwindigkeit γ erlange. Alsdann wird es jenseits k über den Halbkreis so weit hinausgehen, bis die negativen x so groß werden, daß die Spannung des Fadens $= 0$ wird. In einem solchen Falle wäre also $\gamma^2 = 6gx$ oder $x = \frac{\gamma^2}{6g}$. Da hier also die Spannung verschwindet, so wird nun der schwere Körper den vorgeschriebenen Weg gänzlich verlassen, und frey in senkrechter Linie herabfallen, wenn er an einem Faden aufgehangen war, an einem unbeugsamen Stäbchen aber wird er um den Punkt l wieder im Bogen zurückfallen.

Wenn aber von dem Körper ein ganzer Kreis beschrieben werden soll, so daß x in der höchsten Stelle $= -\varrho$ ist, so muß die in a ihm mitgetheilte Geschwindigkeit wenigstens $= \frac{\gamma^2}{6g} = \varrho$ oder $\gamma^2 = 6g\varrho$ seyn. Hätte nun γ genau diesen Werth, so wird alsdann die Spannung des Fadens in dieser Stelle des Kreises verschwinden; allein der Körper wird nun mit einer Geschwindigkeit, die er noch in dieser Stelle hat, und deren Quadrat $= 6g\varrho - 4g\varrho = 2g\varrho$ ist, im Bogen um l fortgetrieben werden, wodurch x wieder kleiner wird, und eine neue Spannung des Fadens entstehet. In diesem Falle wird nun die Spannung des Fadens $= 6$ oder 6 Mahl so groß, als die Schwere seyn, das Quadrat seiner Geschwindigkeit aber $6g\varrho + 4g\varrho = 10g\varrho$ betragen. Ist demnach die Geschwindigkeit des schwingenden Körpers gerade so groß, daß er einen völligen Kreis zurücklegen kann, so verhalten sich die Quadrate der Geschwindigkeiten für die höchste und niedrigste Stelle wie $2g\varrho : 10g\varrho = 1 : 5$, mithin die Geschwindigkeiten selbst wie $1 : \sqrt{5}$.

Exempel. Eine bleyerne Kugel an einem Faden von $1\frac{2}{3}$ Fuß Länge vertikal geschwungen, muß, wenn sie durch einen ganzen Kreis gehen soll, in der Stelle, wo sie senkrecht niedergeht, eine Geschwindigkeit besitzen, deren Quadrat $= 6 . 15 . 1\frac{3}{5} = 144$ ist, oder welche selbige in einer Sekunde 12 Fuß forttreibt. Im Anfange des Fadens spannt sie den Faden mit einer Kraft $= 3$, in der tiefsten Stelle mit der Kraft $= 6$, und in der höchsten Stelle gar nicht. Ihre Geschwindigkeit in der höchsten Stelle ist $= 4\sqrt{3}$ und in der niedrigsten $= 4\sqrt{15}$.

Wäre die Geschwindigkeit beym vertikalen Schwunge größer, als gerade zur Vollendung des Kreises nöthig wäre, so ist auch die Schwungkraft in jeder Stelle, selbst in der höchsten, größer, als die Schwere. In einem solchen Falle können alsdann die Körper nicht herabfallen, wenn sie gleich oben nicht unterstützet sind. Auf solche Art läßt sich ein Eymer mit Wasser angefüllt im vertikalen Kreise schwingen, ohne daß ein Tropfen Wasser herausfällt, wenn er gleich oben in eine umgekehrte Stellung kömmt.

Bey den bisherigen Untersuchungen ist die Schwungkraft als beschleunigende Kraft in Vergleichung mit der Schwere $= 1$ betrachtet worden. Will man sie als bewegende Kraft ansehen, so muß man sie noch in die Masse des Körpers multipliciren oder mit seinem Gewichte vergleichen. Uebrigens bleiben die Ausdrücke wie vorher.

M. s. *Newtoni* philos. natur. princip. mathem. Lib I. prop. 4 coroll. 8. Lib. III. propos. 19. *Iac. Hermanni* phoronomia s. de viribus et motibus corporum solidorum et fluidorum. Amstel. 1716. 4. lib. II. prop. 82. schol. Kästner Anfangsgründe der höhern Mechanik.

Sedativsalz s. **Boraxsäure.**

See s. **Meer.**

Seen, Landseen (lacus, stagna, lacs, etangs). Mit diesem Nahmen bezeichnet man eine ziemlich beträchtliche Sammlung von stehendem Wasser auf dem festen Lande. Gewöhnlich theilet man sie in eigentliche Seen und Sümpfe ein;

ein; unter jenen versteht man diejenigen großen Gewässer, welche einen sichtbaren Abfluß haben; unter den Sümpfen aber diejenigen, an welchen man gar keinen Abfluß bemerket. Von den Sümpfen müssen eigentlich die **Moräste** unterschieden werden, ob es gleich oft gewöhnlich ist, unter beyden einerley zu verstehen. Von den Sümpfen und Morästen soll unter dem Artickel, **Sümpfe**, gehandelt werden; im gegenwärtigen Artickel wird bloß von eigentlichen Seen die Rede seyn.

Die eigentlichen Seen erleiden in Ansehung ihrer Höhe verschiedene jährliche Veränderungen, welche theils von sehr starken Regengüssen, theils vom geschmolzenen Schneewasser in Gebirgen, wenn dieses den Seen zufließet, theils aber auch von der zu verschiedenen Zeiten ungleichen Menge Wassers, welches sich aus Bächen, Quellen und Flüssen in die Seen ergießet, entstehen. Es ist daher leicht zu begreifen, daß Seen sehr aufschwellen können, wenn der Schnee auf den Gebirgen häufig schmelzt, ohne daß in der Nähe Regen oder Nässe bemerket wird. Den Nachrichten zu Folge ändert sich der Genfersee in der Schweiz α) in Ansehung seiner Höhe oft auf 12 bis 16 Fuß; gewöhnlich steigt er vom Ende des Januars bis zum Julius oder August, und nimmt in dem übrigen Theile des Jahres nach und nach wieder ab. Man leitet dieses regelmäßige Steigen und Fallen gewöhnlich von dem Schmelzen des Schnees auf den Alpen und dem stärkern und geringern Zuflusse der Rhone her.

Es gibt Seen, welche zu gewissen Zeiten alles Wasser verlieren, und der Boden ganz trocken wird. Einer der merkwürdigsten dieser Art ist der **Czirknitzer See** in Crain, welchen man beym Dr. **Brown** β) und **Valvasor** γ), auch sonst δ) beschrieben findet. Die Länge dieses Sees er-

α) Journal helvetique, Juin 1741 und Août 1746. auch im Hamburg. Magazin B X. St. 1. Nr. 5 und B. XI. St. 2 Nr. 4.
β) Philos. Transact. num. 54. p. 1038. num. 109. p. 194.
γ) Ehre des Herzogthums Crain. Laybach 1689 Fol. Tom. I.
δ) Acta erudit. Lips. Dec. 1689. p. 634 seq. und Philosoph. Transact. num. 191. p. 111.

streckt sich auf eine deutsche Meile, die Breite auf eine Stunde, ist ungefähr 15 Fuß tief, und erhält aus 8 Flüssen Wasser. Gewöhnlich fängt er um Jakobi, zuweilen auch erst im August zu sinken an, und wird etwa in 25 Tagen so leer, daß die dortigen Bewohner drey Wochen darauf aus dem auf dem Boden gewachsenen Grase Heu machen. Ja es werden selbst einige Stellen mit Hirsen besäet, welcher noch vor dem Wiederkommen des Wassers reif wird. Der Abfluß und der nachherige Zufluß des Wassers geschiehet durch Löcher und steinigte Gänge im Boden, wodurch das Wasser so schnell hervorkommt, daß der See gemeiniglich binnen 18 bis 24 Stunden völlig angefüllt ist. Einige Oeffnungen bringen klares Wasser hervor, andere bringen eine Menge Fische und noch andere schwarze nicht längst ausgebrütete Wasservögel mit sich. Dergleichen Veränderungen an diesem See geschehen bisweilen des Jahrs zwey bis drey Mahl, bisweilen in einigen Jahren gar nicht; jedoch ist er nie ein ganzes Jahr hindurch trocken. Alle diese Erscheinungen erkläret man aus einer Menge unterirdischer Heber. Sehr wahrscheinlich sind in den den See umgebenden Bergen hohe liegende Wasserbehälter, wie (fig. 70.) a b c. Ist nun d e ein Gang von einem solchen Behälter zu der innern Höhlung e f g, welche unter dem Boden des Sees sich befindet, und mit selbigem durch die Canäle h i verbunden ist. So lange nun die Oberfläche des Wassers in dem innern Behälter a b c höher liegt, als die Stelle d, so erhält die Höhlung e f g mithin auch der See Wasser davon; nimmt hingegen das Wasser in diesem Behälter bis unter d ab, so hört nun der Zufluß des Wassers auf. Es ergießen sich nun zwar acht Flüsse in den Czirknitzer See; allein er hat auch einen Abfluß durch zwey andere Höhlen k in den Fluß Jevsero, der noch außer dem mit der Höhlung e f g verbunden seyn muß, indem das Wasser noch zwey Tage läuft, da schon der See gänzlich ausgetrocknet ist. Die acht Flüsse sind nicht vermögend diesen Abfluß zu ersetzen, und es muß der See so lange trocken bleiben, bis er wieder durch den

Wasser-

Wasserbehälter a b c Wasser erhält. Auch bey Kauten im Insterburgischen Distrikte in Preußen soll ein See seyn, welcher abwechselnd alle drey Jahre trocken ist, und drey Jahre Wasser hat *). Aus den Lokalumständen wird es sich am besten beurtheilen lassen, auf welche Art solche Erscheinungen möglich seyn können.

Die Erfahrung hat auch gelehret, daß eine Menge solcher Seen an ihrer Größe abgenommen haben, und fast noch täg ich abnehmen. Dieß kann von mancherley Ursachen abhängen. Es ist nämlich eine bekannte Sache, daß das aus solchen Seen abfließende Wasser zu Flüssen und Seen Veranlassung gibt. So entspringen z. B. der Nil, der Amazonenfluß, der Niger, der Ganges, die Lena u. s. f. aus großen Seen. Dieß abfließende Wasser wird natürlich den Canal, wodurch es aus dem See heraustritt, beständig erweitern und tiefer machen, und es wird demnach nach und nach immer mehr Wasser aus dem See abfließen. Da nun derselbe nicht in dem nämlichen Verhältnisse neues Wasser erhalten wird, so muß er kleiner werden. Auf solche Art nehmen fast täglich diejenigen Seen, durch welche fließende Wasser hindurch gehen, an Größe ab. So hat z. B. der Genfersee bey weitem nicht mehr die Größe, die er sonst hatte; denn ehedem stand der ganze untere Theil von Genf im Wasser. Auch durch aufgeschwemmtes Erdreich können die Seen nach und nach kleiner gemacht werden; die Flüsse, welche sich in selbige ergießen, führen beständig Sand und abgerundete Steine mit sich, die sich in die Seen absetzen, und auf diese Art immer mehr und mehr anfüllen werden. Diese Ursachen haben also Gelegenheit gegeben, daß mehrere Seen kleiner, als sie sonst waren, geworden, und manche gänzlich verschwunden sind.

Die meisten Seen trifft man in den nördlichen Gegenden an, und es scheint, als wenn dergleichen Gewässer im heißen Erdstriche besonders selten sind. Die Ursache hievon scheint in folgendem zu liegen. Im heißen Erdstriche sind nämlich über-

*) Acta Acad. natur. curiosor. Decad. II. no. 5.

überhaupt genommen die Berge sehr steil, und es haben folglich die Ströme mehr Kraft, als in andern Gegenden; überdem regnet es in jenem Striche gewöhnlich nur eine gewisse Zeit im Jahre, zu welcher aber aus der Atmosphäre so vieles Wasser herabfällt, daß sehr große Ueberschwemmungen dadurch verursachet werden, die zuweilen mehrere Monate dauern. Diese starken Regengüsse bringen in Rücksicht der Seen eine doppelte Wirkung hervor, sie zerstören zum Theil die Dämme, womit die Seen umgeben sind, oder vergrößern nach und nach die Canäle derselben, zum Theil geben sie auch Gelegenheit, daß sich sehr viele Erde ansammelt. Auf solche Art werden also die Seen dieser Gegend in trocknes Land verwandelt werden. In dem kalten Erdstriche hingegen fällt nicht so vieles Wasser zu einer Zeit aus dem Dunstkreise herab, sondern es regnet zu allen Jahrszeiten; die Flüsse führen weniger Sand und Erde in die Seen und setzen dagegen eine hinlängliche Menge Wasser in dieselben ab, so daß die Sommerwärme hier nicht die Wirkung auf dergleichen stehende Gewässer äußern kann, die sie in sehr heißen Gegenden hervorbringt. Unter allen nördlichen Ländern ist vorzüglich Nordamerika sehr reichlich mit Seen versehen, die sich besonders durch außerordentliche Größe auszeichnen.

In Ansehung der Beschaffenheit des Wassers, welches in den Landseen enthalten ist, wird ein sehr großer Unterschied wahrgenommen. In einigen ist das Wasser rein, hell und klar und süß, wie im Genfersee, im Wettersee in Schweden u. s. f.; in anderen hat es die Eigenschaft, dem hineingebrachten Holze eine versteinernde Cruste zu geben. Diese Eigenschaft besitzet besonders der Lough-Neagh in Irrland *). Er durchdringt das Holz, welches hineingebracht worden, mit einer eisenhaltigen Materie, ohne seine Gestalt zu ändern. Bisweilen dringt diese Materie in einen Theil von ein und demselben Stücke Holz, und läßt den andern Theil ungeändert. Im Feuer verbrennt dieser letztere Theil zu Kohle,

*) Philos. Transact. num. 158. p. 552.

Kohle, der erstere aber glühet nur, und wird etwas leichter, indem noch einige unveränderte Holzfasern mit einer blaulichen Flamme verbrennen; zu Pulver gestoßen wird er vom Magnet angezogen. Im Winter frieret dieser See nicht allenthalben zu, sondern behält hier und da runde offene Flecken.

Es gibt auch eine große Menge von Landseen, welche salziges Wasser enthalten, obgleich die zufließenden Gewässer süß sind. In Sibirien gibt es dergleichen Seen in großer Anzahl *). Besonders merkwürdig ist der am Salze sehr reichhaltige See Elton, wo mehr als tausend Menschen Salz brechen, und in dessen Nähe auch der gesalzene Thau sehr häufig ist. Von den meisten wird auch zu den Landseen das schwarze Meer (pontus Euxinus) gerechnet, wiewohl er eigentlich kein Landsee ist, indem er durch die Meerenge bey Constantinopel mit dem Mare di Marmora (Propontis) zusammenhängt. Indessen ist doch dieses Gewässer größtentheils vom Wasser eingeschlossen, und kann in dieser Rücksicht auch als ein See angesehen werden. Alten Nachrichten zu Folge ist es auch sehr wahrscheinlich, daß das schwarze Meer ein großer von Bergen umgebener See war, welcher aber durch ein Erdbeben mit dem mittelländischen Meere in Verbindung gekommen ist. Die Oberfläche dieses Meeres beträgt auf 4100 Quadratmeilen, und eine große Menge von Flüssen ergießen darein süßes Wasser. Keine Insel trifft man auf selbigem an, und gegen Norden hängt es durch die Meerenge Caffa mit dem Asofischen See oder dem sonst so genannten mäotischen Sumpfe zusammen. Auf diesem Meere toben die Stürme schrecklich, weil sie allenthalben keinen Ausgang finden, sondern vielmehr an den steilen Gebirgen der Alpen und des Caucasus hinlänglichen Widerstand antreffen. Man hat verschiedene Meinungen gehabt, woher dieses Meer sein Salz erhalte, indem sich bloß solche Flüsse, die süßes Wasser enthalten, darein ergießen.

*) P. S. Pallas Reisen durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs, besonders im 2ten und 3ten Bande.

Marsigli hat es aber sehr wahrscheinlich gemacht, daß er das Salzwasser durch einen untern Strom vom mittelländischen Meere erlange. Denn obgleich das obere Wasser aus diesem Meere durch den Bosporus beständig nach dem mittelländischen Meere hin fließt, so hat doch Marsigli durchs Senkbley gefunden, daß in der Tiefe ein gerade entgegen gesetzter Strom Statt finde. M. s. Meer.

In Ansehung des Zufrierens der Seen findet man vieles besondere. Einige gefrieren nicht, auch bey der größten Kälte, wie z. B der See Neß in Schottland, welcher stets einen starken Dampf von sich geben soll. Der Loch Mortar und ein kleiner See in Stroherrik gefrieren vor dem Februar nie ganz zu; nach dieser Zeit aber gefrieren sie in einer Nacht, und in zwey Nächten erhalten sie eine Eisrinde von ansehnlicher Stärke. Andere Seen in Schottland sind beständig mit Eis bedeckt, und thauen nur am Rande in den heißesten Sommertagen *); so wie auch der Eissee im Canton Bern.

Die Seen sind in Ansehung der Tiefe eben so, wie die Meere, von einander unterschieden. Solche, welche oben nicht sehr groß sind, sind gemeiniglich auch nicht sehr tief; aber die größern Seen haben vielleicht eine Tiefe, welche der des Weltmeeres gleich kommt. Im Wettersee in Schweden findet man an einigen Orten auf 300 Klaftern, im Neß in Schottland auf 600 Klaftern Tiefe noch keinen Grund; die Tiefe des Genfersee's schätzt man an einigen Orten über 950 Fuß.

Uebrigens ist die Oberfläche der Seen zu sehr eingeschränkt, als daß Ebbe und Fluth durch die Wirkung des Mondes und der Sonne hervorgebracht werden könne. Indessen haben doch auch die Seen ihre Ströme. Der Genfersee steigt zuweilen 4 bis 5 Fuß hoch. Einige haben die Ursache in den Südwinden gesuchet, welche das Wasser von Genf bis an das äußerste Ende des Sees zurück treiben, und so den Abfluß desselben verhindern; andere aber glauben, daß

*) Account of some extraordinary lakes in Scotland by Sir Ge. *Mackenzie*, Philos. Transact. n. 114. p. 307.

daß elektrische Wolken das Wasser des Sees anziehen und es zum Steigen bringen könnten, und daß, wenn die Ursache dieser Wirkung aufhöre, das Wasser wieder fallen und wellenförmige Bewegungen hervorbringen müßte. Auch lehret die Erfahrung, daß Landseen sehr unruhig sind, und große Wellen werfen, wenn gleich die Atmosphäre still und heiter ist. Die Ursache dieser Erscheinung sucht man gewöhnlich in unterirdischen Höhlen und Gängen, welche mit den Seen in Verbindung sind, und in welchen die sehr stark condensirte Luft sich durch irgend eine Ursache sehr schnell wieder ausdehnet, und einen starken Wind verursachet, oder in welchen auch häufige Dämpfe entwickelt werden. Ueberhaupt werden alle solche besondere Bewegungen der Gewässer in den Seen durch lokale Ursachen z. B. durch fließendes Wasser, durch Ströme, die sich in dieselben ergießen, durch die Winde u. s. w. hervorgebracht werden.

M. s. **Ludolfs** Einleitung zur mathematischen und physikalischen Kenntniß der Erdkugel, a. d. Holl. durch **Kästner**. Götting. u. Leipzig 1755. 4. Cap. 15. S. 283 u. f. **Torbern Bergmann** physikalische Beschreibung der Erdkugel, aus d. Schwed. von **Röhl**. Greifsw. 1780. 8. III. Abth. Cap. 3 u. 4. S. 336 f. **de la Metherie** Theorie der Erde, a. d. Franz. durch **Eschenbach**. Leipz. 1797. 8. Th. II. §. 266 f. S. 297 f.

Seesalzsäure s. **Salzsäure**.

Seewasser s. **Meer**.

Segners hydraulische Maschine, Segners Wasserrad (machina hydraulica Segneri, machine hydraulique de Segner). Herr **Segner**, als er noch zu Göttingen lehrte, gab eine Maschine von einer solchen Einrichtung an, welche durch die Zurückwirkung des Wassers getrieben werden sollte. Seiner Vorschrift zu Folge sey (fig. 71.) abcdefgh der Boden eines oben offenen Cylinders, welcher sich um seine vertikal stehende Axe sehr leicht drehen läßt. Nahe am Boden bey a, b, c, d u. s. sind eine große Anzahl gerader und horizontaler Röhren eingesetzet, in welche

das Wasser aus dem Cylinder hineintreten kann. Diese Röhren sollen an ihren äußersten Enden verschlossen, seitwärts aber nahe an diesen Enden mit einer Oeffnung versehen und in dieselbe eine kleine Röhre gesteckt seyn, durch welche das Wasser nach horizontaler Richtung ausströmen kann; und zwar so, daß diese Richtung zugleich auf der Vertikalfläche senkrecht ist, welche durch die Axe der größern Röhre gehet. Wenn also nun das Wasser aus den Seitenöffnungen i, k, l, m, n, o, p, q ausläuft, so wird sich der Cylinder um seine Axe nach der entgegengesetzten Richtung ahgfe dcb umdrehen.

Das Wasser in den Röhren ai, bk, cl u. s. druckt nämlich auf beyden Seiten derselben gleich stark gegen die Seitenwände. An den Stellen aber, wo die Oeffnungen sind, findet das Wasser keinen Widerstand, und kann daher frey abfließen. Dagegen wirkt der Druck an den gegenüberliegenden Stellen gegen die festen Seitenwände, und da derselbe durch keinen entgegengesetzten gleichen Druck aufgehoben wird, so schiebt er die Stelle nach dieser Seite hin fort, und bringt den Cylinder, welcher leicht um seine Axe beweglich ist, in Umlauf.

Der Herr von Segner soll auf die Erfindung dieser Maschine durch die Betrachtung der Cartesianischen Teufelchen gekommen seyn (M. s. Cartesianische Teufelchen). Denn diese drehen sich aus dem nämlichen Grunde um, wenn sie in die Höhe steigen, indem die Luft das Wasser, welches in die Höhlung eingedrungen war, durch eine an der Seite befindliche enge Oeffnung wieder heraustreibt. Sonst hat man auch etwa in Form einer gewundenen archimedischen Wasserschraube gewundene Glasröhren, welche oben trichterförmig sind, und unten in eine Spitze mit einer engen Oeffnung auslaufen. Wenn man diese oben, wo der Trichter ist, auf die Spitze einer Stange hängt, um welche sich die ganze Röhre drehen kann, und Wasser oben in den Trichter gießt, so wird sie sich, indem das Wasser unten ausläuft, um die

Stange nach einer Richtung drehen, welche der Richtung des auslaufenden Wassers entgegengesetzet ist.

Leonhard Euler [α]) hat von der Segnerischen Maschine eine allgemeine Theorie angegeben, und Albert Euler hat sie in einer göttingischen Preisschrift [β]) noch allgemeiner gemacht, und eine verbesserte Einrichtung derselben vorgeschlagen.

Johann Bernoulli [γ]) hat schon ein epimetrum de vi, per quam vas retrourgetur, dum aqua ex eo erumpit in directione horizontali. Auch führet Musschenbroek [δ]) eine Maschine an, welche wie die Segnerische durch Dämpfe in Umlauf gebracht wird, und erwähnet dabey die Segnerische Maschine.

Endlich führet noch Priestley [ε]) die Bemerkung an, daß, wenn man die Schnabel einer Dampfkugel eben so, wie die Drähte eines elektrischen Rades, umgebogen hat, derselbe im Schwerpunkte an einem Faden aufgehangen sich allemahl nach der der Oeffnung entgegengesetzten Richtung umdrehe, der Dampf mag entweder aus der Kugel ausgetrieben, oder durchs Abkühlen Luft oder Wasser eingesogen werden. Priestley suchet daraus zu erklären, warum sich das elektrische Rad immer nach einerley Seite drehet, die Spitzen mögen ausströmen oder einsaugen.

M. s. Karsten Lehrbegriff der gesammten Mathematik Th. VI. Hydraulik. Greifsw. 1771. 8. Abschnitt XXXV.

Sehen, Gesicht (visio, visus, vision, vue) ist die allgemein bekannte Empfindung, welche die Gegenstände bey Tage und bey der Erhellung durch Feuer oder durch leuchtende

α) Recherches sur l'effet d'une machine hydraulique proposée par Mſ. Segner in den mem. de l'Acad. de Prusse 1750. p. 311. application de la mach. hydr. de M. Segner à toutes sortes d'ouvrages, ebend. 1754. p. 227. de motu et reactione atque per tubos mobiles transfluentis in Nov Comment Petropol. Tom. VI. p. 312.

β) Enodat. quaest. quomodo vis aquae cum maximo lucro ad molas circumagendas etc. impendi possit. Goett 1754. 4.

γ) Hydraulica edit. 1732. et in opp. Tom IV.

δ) Introductio ad philos. natural. Tom II. §. 1469.

ε) Geschichte der Electricität, durch Krünitz. S. 280.

tende Materien in unseren gesunden Augen zuwege bringen, wodurch wir in den Stand gesetzet werden, von der Lage, Figur, Grösse und Bewegung der sichtbaren Objekte urtheilen zu können. Von dem Lichte und dem Auge ist bereits in eigenen Artickeln gehandelt worden. Hier wird also nur noch nöthig seyn, kurz anzuführen, wie die Empfindung des Sehens in uns bewirket werde, und auf welche Art wir über selbige urtheilen.

Es wird erfordert, daß zum deutlichen Sehen das Bild des gesehenen Gegenstandes auf der Netzhaut des Auges liege (m. s. Auge. Theil II. S. 168.). Mit dieser Abbildung ist nun zugleich die Empfindung des Sehens begleitet. Wie aber die Vorstellungen mit diesem Zusammentreffen der Lichtstrahlen zu einem Bilde des Gegenstandes zusammenhängen, dieß zu erklären, reichen unsere Erfahrungen nicht hin. Wir können nicht behaupten, daß das Bild als Bild die Empfindung bewirke; denn das Bild ist nur Phantom. Noch weniger wird man annehmen können, daß die Seele das Bild des Gegenstandes auf der Netzhaut beschaue, und dadurch Vorstellungen davon erhalte, so wie wir etwa in der dunkeln Kammer das Bild des Gegenstandes wahrnehmen. Indessen hat es doch seine Richtigkeit, daß das Bild des Objektes mit dem Sehen in einer genauen Verbindung stehet, indem die Beschaffenheit des Sehens jederzeit von der Beschaffenheit des Bildes abhängt. So wird das Auge die Gegenstände in eben der Ordnung neben und bey einander sehen, in welcher die Bilder derselben auf der Netzhaut liegen; sie werden größer oder kleiner erscheinen, je nachdem die Bilder größer oder kleiner sind; sie werden sich dem Auge als ruhend oder bewegend darstellen, je nachdem die Bilder ihre Stellen auf der Netzhaut behalten oder verändern; auch wird es beym deutlichen und undeutlichen Sehen jederzeit auf ein deutliches und undeutliches Bild ankommen. Es steht also das Sehen mit dem Bilde in einer genauen und unzertrennlichen Verbindung, ob man gleich nicht annehmen kann, daß das Bild gesehen wird.

Sehr wahrscheinlich hat es mit der Empfindung des Sehens die nämliche Bewandniß, wie mit der Empfindung des Gefühls. Man kann, um sich die Sache nur einiger Maßen zu erklären, annehmen, wie auch bereits Gehler that, daß die Netzhaut, als ein zartes Gewebe von unzählbaren Nerven, welche von dem Gehirn abstammen, in ihrer Verbindung den Sehenerven ausmachen, und sich auf der Fläche der Netzhaut in zarten Spitzen oder Wärzchen enden. Diese Nervenspitzen sind beym Sinne des Gesichtes gerade das, was die Nervenwärzchen beym Sinne des Gefühls sind. Die Empfindung nun, welche bey einer solchen Nervenspitze durch das auffallende Licht erreget wird pflanzt sich durch den ihr zugehörigen Nerven bis ins Gehirn fort, und ist dadurch zugleich mit Bewußtseyn begleitet. Da aber alle diese unzählbaren Nervenspitzen auf der Netzhaut in eben der Ordnung neben, über und unter einander liegen, in welcher die dazu gehörigen Nerven nach dem Gehirn hingehen, so muß nothwendig das Bewußtseyn mit der Empfindung, die das Licht in den Nervenspitzen bewirket, vollkommen einerley seyn. In der Ordnung also das Bild eines Gegenstandes auf die Netzhaut fällt, in eben der Ordnung muß sich auch die Seele desselben bewußt seyn. Es muß daher das Sehen mit dem Bilde in einer genauen Verbindung stehen, aber nicht deßwegen, daß die Seele das Bild anschauet, sondern vielmehr, daß durch dasselbe vermöge der auffallenden Lichtstrahlen Empfindungen in den Nervenspitzen der Netzhaut erreget werden, welche durch den Sehenerven bis zum Gehirn fortgepflanzet zum Bewußtseyn kommen. Ich sage mit Fleiß, daß man sich der Empfindungen bewußt seyn müsse, weil nach dem Tode eine Zeitlang noch ein Nervenreitz Statt finden kann, wiewohl alsdann niemand das Sehen mehr behaupten wird.

Was die Deutlichkeit des Sehens betrifft, so hängt diese bloß davon ab, daß das Bild eines jeden Punktes des betrachteten Gegenstandes genau auf der Netzhaut wieder ein Punkt ist; denn in einem solchen Falle wird diejenige

Nerven-

Nervenspitze der Netzhaut, auf welche dieser Punkt fällt, von keinem vermischten Lichte getroffen, sondern nur von dem, welches aus diesem Punkte des Gegenstandes kam, mithin wird sich auch die Seele durch Ueberführung dieser Empfindung in das Gehirn keiner andern, als bloß dieser, bewußt seyn, und demnach den Punkt des Gegenstandes deutlich sehen. Wäre im Gegentheil das Bild auf der Netzhaut undeutlich, so kommen diejenigen Lichtstrahlen, welche von einerley Punkte des Gegenstandes ausgehen, entweder in ihrem Vereinigungspunkte vor der Netzhaut oder hinter derselben zusammen; in beyden Fällen wird das Bild eines Punktes im Gegenstande kein Punkt, sondern ein Kreis seyn, welcher sich nun über mehre Nervenspitzen der Netzhaut verbreitet. Auf solche Art erhält jede Spitze vermischtes Licht aus mehreren Punkten des Gegenstandes, weil sie sich in mehreren solchen Kreisen zugleich befindet; mithin erhält jede Nervenspitze eine vermischte Empfindung vieler neben einander liegender Punkte des Gegenstandes, und eben dadurch wird das Bewußtseyn undeutlich. Es folget also daraus, daß nothwendig mit der Undeutlichkeit des Bildes auf der Netzhaut auch ein undeutliches Sehen verbunden sey.

Uebrigens sind wir nicht vermögend, die Art und Weise mit Gewißheit zu erklären, wie die Empfindungen des Lichtes durch die Nerven der Seele zum Bewußtseyn kommen. Inzwischen hat man doch wenigstens Grund genug anzunehmen, daß der Geist mit eben der Stärke zurück wirken müsse, mit welcher das Licht auf die Nervenspitzen der Netzhaut auffiel, um sich dieser Empfindungen bewußt zu werden. Da aber Geist und Materie nur durch inhärirende Kräfte auf einander wirken können, so muß sich die Erscheinung des Sehens nothwendig zuletzt in Kräfte auflösen.

Diese Empfindungen aber, welche bey jedem Sehen der Objekte nothwendig vorausgesetzt werden, sind jedoch noch nicht hinreichend, uns richtige Vorstellungen von der wahren Größe, Entfernung, Lage, Gestalt, Bewegung und Deutlichkeit der gesehenen Objekte zu verschaffen. Beym bloßen

Sehen, als reine optische Darstellung, kommt es bloß auf das Bild an, das sich von dem betrachteten Gegenstande auf der Netzhaut abmahlet; ist dieses groß oder klein, so erscheinet uns auch der Gegenstand groß oder klein; nimmt es immer andere und andere Stellen auf der Netzhaut ein, so erscheint uns der Gegenstand auch bewegt u. s. f. Allein gewöhnlich verbindet man mit diesem reinen Sehen zugleich die Urtheile über die Beschaffenheit des Gesehenen, ohne jedoch derselben uns gerade jetzt deutlich bewußt zu seyn. Schon von der frühesten Jugend an lernen wir dergleichen Urtheile fällen, indem wir das Gesehene mit dem, was uns die Sinne lehren, und besonders mit den Empfindungen des Gefühls vergleichen. Dahin gehört der fast unwiderstehliche Trieb der Kinder, alles was sie sehen, auch zu befühlen. Auf solche Art lernt man nach und nach durch Vergleichung des oft Gesehenen mit dem Gefühl desselben eine Fertigkeit, über die Beschaffenheit desselben schnell und richtig zu urtheilen. Diese Fertigkeit verwebt sich endlich mit dem Sehen so innig, daß wir zuletzt nichts mehr sehen, ohne zugleich über die Größe, Entfernung und übrige Eigenschaften des Gesehenen ein schnelles Urtheil zu fällen. Daher kommt es, daß der gemeine Mann das Sehen selbst mit dem Urtheile, welches er über das Gesehene fällt, verwechselt, und daher das rein Optische von der Beurtheilung über das Gesehene nicht zu unterscheiden vermag. Nimmt man also das Sehen in einem solchen Verstande, daß man selbst darunter die Urtheile über das Gesehene mit begreift, so ist es als eine Fertigkeit zu betrachten, welche sich die Menschen erst erwerben und durch Uebung erlernen müssen. In den gewöhnlichen Fällen bringt es der Mensch hierbey so weit, daß er gleich beym ersten Anblick über die Lage, Größe, Entfernung, Gestalt u. s. f. ein völlig richtiges Urtheil fällt. Hieraus entsteht dasjenige, was man das Augenmaß nennt, welches bey einigen so scharf ist, daß sie die Größe, Entfernung u. s. f. des betrachteten Gegenstandes genau zu schätzen wissen. Bey ungewöhnlichen Gegenständen hingegen täuscht sich der Mensch

jederzeit im Urtheilen, wenn er dabey den gewöhnlichen Regeln folget, die für solche Fälle nicht Statt finden. M. s. Gesichtsbetrüge. Wollte er glauben, daß ihn die Sinne betrügen, so würde er offenbar das rein Optische mit dem falschen Urtheile, welches er über das Gesehene fället, verwechseln. Die reine optische Darstellung bleibt jederzeit richtig, und erfolget auch beständig nach richtigen Naturgesetzen; nur darin liegt der Irrthum, daß er das Gesehene jederzeit nach den gewöhnlichen Regeln beurtheilet, da doch bisweilen die Umstände ein ganz anderes Urtheil verlangen.

Daß das Sehen in dem zuletzt angeführten Verstande erst durch Uebung erlangt werden müsse, beweiset am besten der Blindgeborne, welcher den Gebrauch seines Gesichtes in einem Alter, wo der Verstand schon ausgebildet ist, durch eine Operation auf Einmahl erhält. Eine solche besonders merkwürdige Operation wird von dem englischen Wundarzte Cheselden a) erzählet, welcher sie an einem jungen Menschen von 13 Jahren, der schon bey sehr starkem Lichte Farben, nie aber Gestalten, hatte unterscheiden können, mit glücklichem Erfolge machte. Gleichwohl waren nach der Operation seine Ideen von den Farben nicht mehr zureichend, selbige ihm kenntlich zu machen, und er glaubte, daß sie diejenigen nicht wären, welche er vorher unter diesem Nahmen gekannt hatte. Unter allen Farben fand er den größten Wohlgefallen an denjenigen, welche sehr lebhaft waren, und besonders Scharlach gefiel ihm am besten. Die schwarze Farbe war ihm lästig, und es verging eine geraume Zeit, ehe er sich daran gewöhnte. Er wußte so wenig von Entfernungen zu urtheilen, daß er sich einbildete, alle Sachen, die er sähe, berührten seine Augen, wie das, was er fühlte, seine Haut. Vorzüglich angenehm waren ihm glatte und ordentliche Sachen, ob er gleich von ihrer Gestalt nicht urtheilen, noch errathen konnte, was ihm an einer Sache gefiel. Von keiner Sache kannte er die Gestalt, unterschied auch keine Sache von

a) Philos. Transact. nro. 402. und in Smiths Lehrbegriff der Optik. durch Kästner. §. 133. S. 40.

von der andern, sie mochte eine noch so verschiedene Gestalt und Größe besitzen. In einem Tage lernte er eine Menge Gegenstände kennen, deren Nahmen er aber mit einander verwechselte; so dauerte es z. B. sehr lange, ehe er Hund und Katze von einander unterscheiden lernte. Er verwunderte sich sehr, daß diejenigen Sachen, welche seinem Gefühl am angenehmsten geschienen hatten, nicht auch seinem Gesichte am meisten gefielen; seiner Erwartung gemäß sollten diejenigen Personen, die er am meisten liebte, auch am schönsten aussehen, und, was ihm am besten schmeckte, auch dem Gesichte am angenehmsten seyn. Gemählde kamen ihm nur als buntscheckige Flächen vor: als er aber nach zwey Monaten plötzlich die Entdeckung machte, daß sie Körper-Erhöhungen und Vertiefungen vorstellten, so war er nicht wenig erstaunt, daß sie sich nicht eben so anfühlten, wie sie aussahen, und daß sich die Theile, welche durch ihr Licht und Schatten rauh und uneben aussahen, sich glatt, wie die übrigen, anfühlten. Er fragte, welches von seinen Sinnen der Betrüger wäre, das Gesicht oder das Gefühl.

Anfänglich kam ihm alles sehr groß vor; nachdem er aber größere Sachen sahe, hielt er die vorigen für kleiner, und konnte sich nun keine Dinge außerhalb der Grenzen, die er sahe, vorstellen. So wußte er, daß das Zimmer ein Theil vom Hause wäre, konnte aber nicht begreifen, daß das Haus größer als das Zimmer aussehen könne. Vor der Operation hatte er sich wenig Vortheile von selbiger versprochen, weil er nicht einsehen konnte, welche Vortheile ihm der Sinn des Gesichtes verschaffen würde; allein nachher, als er wirklich die Sachen von einander durchs Gesicht unterscheiden konnte, ward jede neue Darstellung ein wahres Entzücken für ihn, so daß er sein Vergnügen nicht auszudrücken vermochte, und das Andenken an seinen Wundarzt, der ihn zum Gesichte verholfen hatte, war jederzeit mit Freudenthränen und mit Zeichen der lebhaftesten Dankbarkeit verbunden. Ein Jahr nach seinem ersten Sehen brachte man ihn in die Dünen von Epsom, wo er eine weite Aussicht

hatte. Diese ergötzte ihn ungemein, und er nannte dieß eine ganz neue Art von Sehen, u. s. f.

Cheselden versichert, er habe verschiedenen andern zum Gesichte verholfen, die sich nie erinnert, daß sie je gesehen hätten, und sie hätten alle die Art, wie sie sehen lernten, eben so, wiewohl nicht immer so umständlich, berichtet. Ein anderes Beyspiel von dem Oculisten **Grant** in England, das hiermit vollkommen übereinstimmt, findet man im Gothaischen Magazin [α]).

Berkeley [β]) sucht es wahrscheinlich zu entwickeln, wie es sich mit Erlernung des Sehens verhalten möge. Das erste, was ein Kind unterscheiden lernt, ist die Bewegung seiner eigenen Hände und Finger. Hiermit ist aber zugleich die Bewegung des Bildes derselben im Auge mit einer übereinstimmenden Empfindung begleitet. Dadurch wird das Kind zu gleicher Zeit Vorstellungen, welche ihm das Gefühl und das Gesicht von dieser Bewegung geben, mit einander verbinden lernen, es wird aus der Empfindung, die es in Absicht auf das Gefühl bey einer gewissen Entfernung der Finger vom Auge hatte, schließen, daß ein anderer Körper, welcher eben diese Empfindung auf der nämlichen Stelle der Netzhaut verursachet, sich eben da befinde, wo es vorher seine Finger hatte. Auf solche Art lernt es Stellen der Körper, nach und nach auch Bewegungen derselben und deren Richtungen kennen, und erlangt endlich Begriffe von Ausdehnung, Lage und Gestalt, indem es die Finger an der Fläche der Körper herumführet, und die Wendungen der Bewegung beobachtet, oder indem es selbst in einem Zimmer herumgehet, mit einem Worte, indem es Empfindungen des Gesichts und des Gefühls mit einander vergleichet und verbindet, woraus es dann auch die Größe und Entfernung der betrachteten Gegenstände zu beurtheilen lernet. So ist also das Sehen nichts weiter, als Erinnerung von Empfindungen, die man vormahls vom Gesicht und Gefühl hatte, indem

α) B. IV. St. 1. S. 21 f.
β) Essay on Vision. p. 172.

dem man schließet, das jetzt Gesehene werde die nämlichen Empfindungen in unsern Sinnen zuwege bringen, welche man vormahls bey einer gleichen Gesichtsempfindung hatte. Dieser Schluß erfolget aber so schnell, daß er im Augenblicke des Gesehenen, ohne mit Fleiß darauf aufmerksam zu seyn, Statt findet. Mit einem Worte, es ist das Sehen gleichsam ein Zeichen, eine Sprache, die uns mit einem Momente an alles das wieder zurückerinnert, was wir vormahls dabey empfunden haben, wie etwa die Züge oder Töne der Worte die Begriffe derjenigen Sachen in uns erwecken, welche man gewöhnlich damit zu verbinden pfleget. Man muß also das Bild von der Sache, die das Bild verursachet, wohl unterscheiden; denn beyde, das Bild und die Sache, können unendlich weit von einander verschieden seyn.

Solche Menschen, welchen das Gesicht von Jugend auf gemangelt hat, müssen eine ganz andere Vorstellung von den Dingen außer uns haben, die mehr mit den Empfindungen des Gefühls übereinstimmen. Wie Blindgeborne Begriffe von solchen Dingen erhalten, welche dem gemeinen Manne mit dem Gesichte nothwendig verbunden zu seyn scheinen, zeigt **Thümmig** [α]). Manche Blinde bringen es hierin sehr weit. Ein besonders merkwürdiges Beyspiel hiervon gibt der bekannte blinde Professor der Mathematik zu Cambridge **Saunderson** ab, welcher sich beym Rechnen mit Ziffern durch eigene Vortheile half, die **Clemm** [β]) erzählet hat.

Locke [γ]) führet die von **Molyneux** erhobene Frage an, ob ein Blinder, welcher durchs Gefühl eine Kugel und einen Würfel zu unterscheiden wisse, beyde durch bloßen Anblick unterscheiden würde, wenn er sein Gesicht erhielt? **Locke** und **Molyneux** glaubten, daß er dieß nicht könne, weil die Vorstellungen, die er durchs Gefühl erhalten hätte, in

α) Versuch einer gründlichen Erläut. der merkwürd. Begeb. in der Natur Halle, 1723 8. Erst. Stück. Art. 7.
β) Essay concerning human understanding. B. II. ch. 9. §. 8.
γ) Smiths Lehrbegriff der Optik, durch Kästner. S. 390.

keinen natürlichen und nothwendigen Verbindungen mit denjenigen Empfindungen stünden, welche er durchs Gesicht erlangen würde. Dagegen erinnert aber D. Jurin, es werde doch der Blindgeborne bey genauer Betrachtung bemerken, daß die Kugel von allen Seiten her betrachtet sein Gesicht auf gleiche Art rühre; dahingegen der Würfel von verschiedenen Seiten gesehen auch sehr verschieden sich zeigen müsse. Da er nun bey Vergleichung des Gesichts mit dem Gefühl völlig übereinstimmende Urtheile von der Kugel und dem Würfel erhalte, so werde er auch daraus unterscheiden können, welches die Kugel und welches der Würfel sey, wenn man dieß ihm zuvor angezeiget habe. Selbst Saunderson hat davon eben so geurtheilet, und Priestley meinet, der Blindgeborne werde zwar einen Kreis vom Quadrate, aber nicht den Kreis von der Kugel und das Quadrat nicht vom Würfel unterscheiden können.

Aus dem Bisherigen lassen sich nun auch zwey Fragen sehr leicht beantworten, welche von jeher viel Aufsehens gemacht haben, und in welchen man Schwierigkeiten hat finden wollen. Die erste ist nämlich, warum die Gegenstände aufrecht gesehen werden, da doch ihr Bild auf der Netzhaut verkehrt lieget? Die andere Frage ist, warum wir die Objekte mit zweyen Augen nur einfach sehen, da doch ein jedes Auge für sich ein Bild auf der Netzhaut zuwege bringt, und eine besondere Empfindung veranlasset?

Was die erste Frage betrifft, so weiß man schon aus dem vorigen, daß das Bild des beobachteten Gegenstandes auf der Netzhaut nicht von der Seele beschauet wird, wie etwa das Bild eines Objektes an der Wand in der dunkeln Kammer. Das Bild ist freylich nöthig, um die Nervenspitzen auf der Netzhaut zu rühren, allein es kömmt hier offenbar nicht darauf an, was es für eine Lage auf der Netzhaut habe, wenn nur diese in Beziehung der Lagen gegen alle Theile des Ganzen die nämliche ist, wie bey dem betrachteten Gegenstande. Ohne Zweifel haben wir in der zartesten Kindheit nicht gewußt, was oben oder was unten ist;

ist; erst durch Erfahrung haben wir nach und nach gelernet, dasjenige für unten zu halten, was der Erde am nächsten liegt, indem wir unsere Hände darnach ausstreckten, um es erreichen zu wollen. Da nun das Bild des Gegenstandes durch öftere Wiederhohlungen beständig einerley Lage auf der Netzhaut hatte, so mußte natürlich das Urtheil über das Oben und Unten in eine so genaue Verbindung mit dem Gesehenen und ihrem Bilde kommen, daß wir das für unten halten müssen, dessen Bild die nämliche Lage auf der Netzhaut hat, als wir von Jugend auf durch Vergleichung mit dem Gefühl wahrgenommen haben. Wäre das Auge so gebauet, daß das Bild des betrachteten Gegenstandes auf der Netzhaut nicht verkehrt läge, so würde dieß im Sehen selbst nicht den geringsten Unterschied machen. Alles dieß beweiset sehr einleuchtend der Blindgeborne, welcher vom Staare war befreyet worden. Da er nämlich von keiner Sache die Gestalt gekannt, und keine Sache von der andern bey noch so verschiedener Gestalt und Größe unterschieden hat, so hat er auch anfänglich nicht gewußt, was oben oder unten, zur Rechten oder zur Linken befindlich sey, bis er durch äußere Verbindung die Empfindungen des Gefühls mit den Empfindungen des Gesichts sich dazu gewöhnet hatte, Gestalt, Größe und Lage der Dinge gegen einander zu unterscheiden. Hierbey war es nun offenbar gleichgültig, ob das Bild in seinem Auge aufrecht oder verkehrt stand. Seine Seele erhielt Vorstellungen, die er gar nicht kannte, er mußte sie zuförderst oft mit andern ihm schon bekannten Vorstellungen zugleich haben, bevor er lernte, was es mit diesen neuen ihm bisher unbekannt gebliebenen Vorstellungen für eine Bewandniß habe.

Kepler a), welcher zuerst die wahre Beschaffenheit der Wirkung des Lichtes aufs Auge richtig angab, stellt sich vor, wenn die Seele den Stoß des Lichtstrahles auf dem untern Theile der Netzhaut empfinde, so betrachte sie den Strahl so, als käme er vom obern Theile des Gegenstandes her, und

a) Paralipomena ad Vitellionem. p. 169.

halte daher dasjenige vor den obern Theil des Objektes, was sich auf der Netzhaut unten abbilde, oder wie er sich ausdrückt, der wirkende Theil werde dem leitenden gerade gegenüber empfunden. Cartesius [α]) sucht dieß durch ein Beyspiel eines Blinden zu erläutern. Wenn dieser ein Paar Stäbe so in seinen beyden Händen hält, daß sie sich durchkreuzen, um damit das obere und untere Ende eines lothrecht stehenden Gegenstandes zu befühlen, so werde er das für das obere Ende halten, was er mit dem in der untern Hand befindlichen Stabe berühre. Diese Erklärungen Keplers und Cartesius kann man ebenfalls als sehr richtig gelten lassen, wenn man nur dabey nicht voraussetzet, daß dieses Urtheil über die Stelle auf einer natürlichen Nothwendigkeit beruhe, sondern erst durch Vergleichung mit dem Gefühle gebildet wird; denn sonst würde sie unrichtig seyn. Uebrigens ist diese ganze Frage sehr richtig und umständlich von Herrn Kästner [β]) beantwortet worden.

In den neuern Zeiten hat man sogar diese Frage, welche man sonst für so wichtig ausgab, als völlig sinnlos gehalten, ob sie gleich noch von dem sonst classischen Schriftsteller Adams [γ]) als räthselhaft und sehr schwierig wieder ist angeführet worden. Hr. Lichtenberg [δ]) urtheilet über diese Frage so: derjenige, welcher diese Frage aufwerfe, denke nicht daran, was eigentlich aufrecht und verkehrt zu nennen sey. Wenn man ein Gemählde umkehre, so stehen die darauf abgebildeten Figuren nur in Beziehung auf andere außer ihm befindliche Gegenstände verkehrt, auf dem Gemählde selbst aber seyen sie noch immer aufrecht, d. h. sie kehren die Füße gegen den Boden, das Haupt gegen die Decke oder den Himmel. Eben die Bewandniß hat es mit dem Bilde im Auge. Nur in Rücksicht auf das, was außer ihm seyn,

α) Dioptr. cap. VI. §. 10.

β) Hamburgisches Magazin B. VIII. St. 4. Art. 8. und B. IX. St. 1. Art. 4.

γ) Anweisung zur Erhaltung des Gesichtes, und zur Kenntniß der Natur des Sehens, a. d. Engl. von Fried. Kries, Gotha 1794. 8. S. 66 f.

δ) Anfangsgründe der Naturlehre von Erxleben. 6te Aufl. S. 328.

sey, könne man es verkehrt nennen; und nur ein zweytes Auge, welches Bild und Gegenstand zugleich betrachte, werde die verkehrte Lage des erstern wahrnehmen. Es betrachte ja aber nicht die Seele das Bild durch ein zweytes Auge mit dem Gegenstande zugleich, mithin käme eine solche Beziehung bey der Empfindung des Sehens gar nicht vor. In einer Zeichnung, welche Bild und Gegenstand zugleich darstellen, stehe freylich jenes gegen diesen verkehrt; aber bey der Empfindung des Sehens mehrerer Gegenstände beziehen wir Bilder auf Bilder und alle zusammen auf das Bild der Erde oder des Bodens, und in dieser Beziehung stehe jede Figur auf der Netzhaut senkrecht; nämlich gegen die andern und gegen das Bild des Bodens.

In Ansehung der andern Frage, warum man die Dinge mit zwey Augen nur einfach sehe? hat man eine Menge Erklärungen zu geben versuchet. Nach der Meinung des Gassendi [α]) sähen wir den Gegenstand nur mit einem Auge, indem das andere ruhe. Newton [β]) glaubet, daß wir dieserwegen den Gegenstand mit beyden Augen nur einfach sehen, weil beyde Sehenerven mit einander vereiniget wären; allein Porterfield [γ]) beweiset dagegen aus den Beobachtungen mehrerer Anatomiker, daß die Sehenerven nicht vermischen, sondern nur an einander anlegen; ja es führet auch schon Kepler [δ]) die Bemerkung an, daß die Ursache des einfache Sehens nicht in der Vereinigung der Sehenerven liegen könne, weil wir sonst nie eine Sache doppelt sehen würden, wie doch in manchen Fällen geschiehet. Dr. Briggs [ε]) meinet, das einfach Sehen rühre von der gleich starken Spannung der übereinstimmenden Theile der Sehenerven her, weßwegen sie gleichzeitige Schwingungen bekämen. Dr. Porterfield aber zeiget, daß dieß schon zum Theil für sich unwahrscheinlich sey, und stimme mit den Erfahrungen nicht zusammen.

α) In opp. Tom. II. Lugd. Fol. p. 395.
β) Opticc. Quaest. 23.
γ) On the Eye. Vol. II. p. 285.
δ) Dioptrice. p. 62.
ε) Noua visionis theoria. p. 28.

Er glaubet, wir sähen die Gegenstände vermittelst einer ursprünglichen Einrichtung unserer Augen irgendwo in der geraden Linie, welche senkrecht auf die Netzhaut an der Stelle, wohin das Bild falle, gezogen werde. Weil daher ein einziger Gegenstand beyder Augen auf derselben Stelle zu seyn scheine, so könne die Seele nicht zwey daraus machen. Wenn aber das eine Auge verdrehet werde, so irre sich die Seele in Absicht auf die Lage des Auges, und bilde sich ein, das Auge habe sich mit dem andern gleichförmig beweget, als in welchem Falle ihr Unterschied von einem doppelten Gegenstande bey einem doppelten Bilde richtig seyn würde. Allein diese Erklärung ist für sich betrachtet noch nicht richtig, man muß vielmehr dabey noch voraussetzen, daß unsere Seele ein Vermögen besitze, von der Entfernung der Gegenstände zu urtheilen, damit sie den Ort der Sache gerade in den Durchschnitt der beyden Linien setzen könne, und nicht in verschiedene Punkte.

Alle diese gekünstelten Erklärungen hat man auf keine Weise nöthig. Es läßt sich die Frage hinreichend beantworten, wenn man nur darauf Rücksicht nimmt, auf welche Art man das Sehen durch Erfahrung erlernet habe. Man kann annehmen, daß uns in der frühesten Jugend ein jeder Gegenstand doppelt vorgekommen ist; allein nach und nach empfanden wir durchs Gefühl, indem wir unsere Hände darnach ausstreckten, daß, wenn zwey übereinstimmende Theile der Netzhaut gerühret wurden, er nur einfach war. Auf solche Art erhielten wir eine Fertigkeit, bey dem so gesehenen Gegenstande beym ordentlichen Gebrauche der Augen, als von einem einzelnen, zu urtheilen. Dadurch sind unsere Augen gleichsam so an einander gewöhnet worden, daß die respondirenden Stellen der Netzhäute, auf deren jedes ein Bild des betrachteten Gegenstandes fällt, gleichwohl denselben nur als einfach darstellen. Wenn dagegen die Bilder nicht auf solche übereinstimmende Stellen der Netzhäute fallen, so erscheinet auch wirklich der betrachtete Gegenstand doppelt. M. s. Horopter.

Es hat daher das einfach Sehen eine ähnliche Beschaffenheit mit dem Gefühle. Bey der gewöhnlichen Lage der Hände und Finger fühlen wir ebenfalls jede Sache nur einfach, ob wir sie gleich mit zwey Händen anfassen. Wenn wir aber mit einer ganz ungewöhnlichen Lage der Hände oder Finger ein Objekt befühlen, so hält man es in der That für zwey Gegenstände. Cartesius [α]) führt als Erläuterung folgendes sehr gut gewähltes Beyspiel an: wenn man zwischen zwey über einander kreuzweis gelegte Finger eine Kugel fasset, so hält man sie für zwey, weil wir es nicht gewohnt sind, eine einzige Sache mit einer solchen Lage der Finger anzugreifen. Cheselden führt in seiner Anatomie das Beyspiel eines Mannes an, welchen der Schlag das eine Auge verdruckte, und welcher deßwegen alles doppelt sah, bis daß allmählig die Gegenstände wieder einfach erschienen, ohne daß das Auge seine gehörige Lage wieder erhielt. Einen ähnlichen Fall erzählet Smith [β]). Dieß scheinen in der That starke Beweise dafür zu seyn, daß das einfach Sehen, so wie das Sehen überhaupt von der Gewohnheit abhange. Dagegen meinet Dr. Reid [γ]), daß die Uebereinstimmung der Mittelpunkte beyder Augen, worauf das einfach Sehen beruhet, nicht von der Gewohnheit, sondern von einer angebornen Einrichtung der Augen und der Seele herrühre. Er gründet seine Meinung auf den Blindgebornen, welcher alles, nachdem ihn auch auf dem andern Auge der Staar gestochen war, nur einfach sah. Allein Hr. Klügel führet dabey richtig an, daß dieser junge Mensch bereits mit dem einen alles richtig gesehen, und das andere später operirte sich nach dem Urtheile des erstern gerichtet habe.

Uebrigens ist aber der von zweyen Augen betrachtete Gegenstand viel lebhafter, als wenn er bloß durch ein Auge gesehen wird. Dr. Jurin stellte dieserwegen einige Versuche an; unter andern legte er einen Streifen weißes Papier so auf

α) Dioptrice. cap. VI. §. 18.
β) Lehrbegriff der Optik durch Kästner. S. 397.
γ) Inquiry into the human mind p. 257.

auf den Tisch, daß er die eine Hälfte mit beyden Augen, die andere Hälfte aber nur mit einem Auge sehen konnte; die erstere schien ihm viel weißer und heller. Auch untersuchte er, ob ein Gegenstand mit beyden Augen zugleich größer als mit einem aussieht; er fand aber dieß nicht außer wenn er ein Binoculartelescop oder einen Hohlspiegel gebrauchte. **Du Tour** α) glaubet mit **Gassendi**, daß die Seele jedesmahl nicht mehr, als das eine Bild in dem einen Auge beobachtet, und suchet diese seine Meinung durch verschiedene Versuche zu bestätigen. Unter andern nahm er ein Paar Scheiben Glas, einen Zoll im Durchmesser, wovon die eine blau, die andere gelb war, und durch welche zusammen die Gegenstände grün aussahen. Ein jedes dieser Gläser befestigte er in einer pappenen inwendig angeschwärzten, 3 bis 4 Zoll langen Röhre, und hielt eine derselben vor sein rechtes, die andere vor sein linkes Auge, worauf er durch sie nach einem weißen 4 bis 5 Fuß entlegenen Papiere hinsah. Dieses schien immer entweder blau oder gelb, nie aber grün. Auch führet er an, daß, wenn man ein Prisma senkrecht bloß vor dem einen Auge hält, und mit beyden nach einer Sache hinsieht, die Farben des gebrochenen Lichtes, welche auf das eine Auge fallen, sich mit dem ungebrochenen Lichte, welches das andere Auge erhält, nie vermischen, sondern daß die Oberflächen so aussehen, wie sie mit einem Auge allein betrachtet aussehen würden. Allein daraus, daß man in gewissen Fällen nur ein Auge brauchet, folget noch nicht, daß man immer nur eins brauchet. In vielen Fällen mögen wir wohl uns nur eines Auges bedienen, besonders wenn beyde Augen nicht gleich gut sind, wo wir vorzüglich das beste gebrauchen; aber alle Erfahrungen beweisen, daß es einen merklichen Unterschied ausmachet, ob wir einen Gegenstand mit zweyen oder nur mit einem Auge sehen. M. s. **Binoculartelescop.**

Dr. **Hartley** β) bemerket, daß die Sehenerven in der sella turcica in einen Nervenknoten (ganglion), oder gleichsam

α) Mémoir presentées. Vol. III. IV. V.
β) Observation on Man. Vol. I. p. 207.

sam einen kleinen ihnen besonders zugegebenen Gehirne sich vereinigen, und daher weit mehr gegenseitig auf einander wirken, als es sonst in irgend einem andern Theile des Körpers geschiehet. Auf solche Art könne es möglich seyn, wenn wir von einem einfachen Gegenstande nur in dem einen Auge einen Eindruck erhielten, daß dieser zugleich in dem andern Auge die mit einem Bilde vergesellschaftete Empfindung hervorbrächte.

Dr. Priestley führet in seiner Geschichte der Optik (Uebers. S. 479.) einige Gesichtsbetrüge an, welche von dem Gebrauche beyder Augen entstehen. Unter andern ist eine sehr seltsame Erscheinung, welche Dr Smith bemerkte, diese: wenn man einen Zirkel, dessen Spitzen ein wenig geöffnet sind, mit hinauswärts gekehrten Spitzen vor die Augen hält, und die Augenaxen auf einen entfernten Gegenstand in der Linie, welche den Zwischenraum der beyden Spitzen in zwey gleiche Theile theilet, richtet, so sieht man zuerst zwey Zirkel, deren innere Schenkel sich durchkreuzen, wie es den Gesetzen des Horopters gemäß ist. M. s. Horopter; werden hiernächst die beyden Schenkel des Zirkels zusammengedruckt, so nähern sich die Bilder der beyden innern Schenkel, und fallen endlich in Eins zusammen, welches jetzt sehr lebhaft, dick und lang erscheinet, und sich von der Hand bis an den entferntesten Gegenstand, ja selbst bis an den Horizont zu erstrecken scheint. Die Ursache dieser Erscheinung suchet Smith darin, indem die Spitzen dieses Zirkels in dieser Lage in den beyden Linien sind, welche von den beyden Augen nach den entferntesten Gegenstand gezogen werden können, und sich folglich in den Gegenstand selbst zu vereinigen scheinen. Dr. Jurin hielt ein Buch, daß von einer Lichtflamme erleuchtet war, nicht weit von seinem Auge, und richtete dabey seine Augen nach der darüber jenseits liegenden Decke des Zimmers hin, wovon er einen Theil mit einem Auge, einen andern mit dem andern, und einen Theil mit beyden Augen sehen konnte. Dabey nahm er mit Verwunderung den mittlern und dunkelsten Theil des Schattens in Gestalt

einer Pyramide sich von selbst nach jedem Gegenstande, wohin er seine Augen richtete, erstrecken, wahr. Diese Erscheinung scheint der von Dr. Smith beobachteten ähnlich zu seyn. Aepinus sahe durch ein Loch in einer metallenen Platte, welche etwa $\frac{1}{10}$ Linie groß war, mit seinem linken Auge, und bemerkte, daß ihm sowohl das Loch größer, als auch das Gesichtsfeld weiter zu seyn schien, wenn er sein rechtes Auge geschlossen hielt, noch mehr aber, wenn er es mit der Hand bedeckte. Dieser Erscheinung zu Folge glaubte er, die Oeffnung des einen Auges erweitere sich, wenn das andere geschlossen ist, welches durch die Verdeckung mit der Hand noch vollkommener geschehe, als durch bloßes Zuthun der Augenlieder.

Seit Keplern hatte man den Sitz der Empfindung des Sehens auf die Netzhaut gesetzet, und diese Behauptung eine lange Reihe von Jahren für ganz unstreitig gehalten. Allein Mariotte *) ward durch einen Versuch veranlasset, diese allgemein anerkannte Wahrheit zu bestreiten, und vielmehr den eigentlichen Sitz der Empfindung des Sehens auf die gleich hinter der Netzhaut liegende Aderhaut zu setzen. Es entstand hierüber lange Zeit ein Streit. Mariotte fand nämlich, daß diejenige Stelle der Netzhaut, wo der Sehenerve eintritt, gegen den Eindruck des Lichtes völlig unempfindlich sey. Sein Versuch, welcher dieses lehret, und der 1668 vor dem Könige von England angestellet ward, ist folgender: er befestigte an einer dunkeln Wand ungefähr in der Höhe seines Auges ein rundes Papier; rechter Hand desselben befestigte er ein anderes etwa 2 Fuß weit von jenem, aber etwas niedriger. Hierauf stellte er sich dem ersten gerade gegenüber, ging nach und nach, indem er es beständig unverwandt mit dem rechten Auge ansah, zurück, das linke aber verschlossen hielt, worauf ihm, als er etwa 10 Fuß zurückgegangen war, das zweyte Papier völlig verschwand. Picard und le Cat haben diesen Versuch auf eine sinnreiche Art abgeändert. Die gewöhnlichste Art, diesen Versuch zu machen,

*) In oeuvres. p. 496.

machen, ist folgende: man befestiget an der Wand eines Zimmers drey Stücken Papier (fig. 72.) a, b, c etwa 2 Fuß von einander, stellt sich gerade vor das mittlere, und geht allmählig zurück, das eine Auge geschlossen, und das andere seitwärts nach dem Papier a oder c gerichtet, so dem geschlossenen Auge gegenüber ist. Man wird alsdann eine Stelle treffen (welche mehrentheils fünf Mahl so weit von der Wand entfernet ist, als die Papiere von einander entfernet sind), wo das mittlere Papier gänzlich verschwindet, und die beyden äußern völlig sichtbar bleiben. Alsdann werden nämlich die von b herkommenden Strahlen auf die Stelle d der Netzhaut fallen, wo der Gesichtsnerve eintritt.

Daß diese Stelle der Netzhaut völlig unempfindlich ist, haben unzählbare Versuche gelehret. **Le Cat** α) und **Daniel Bernoulli** β) haben sich Mühe gegeben, die Gestalt und Größe dieser unempfindlichen Stellen zu bestimmen. Der erstere findet sie nicht größer als einen kleinen Nadelknopf, nämlich $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ einer Linie; **Bernoulli** aber schloß aus seinem hierzu besonders angestellten Versuche, daß diese Stelle ein Kreis sey, dessen Durchmesser der siebente Theil des Durchmessers vom Augapfel ist, und dessen Mittelpunkt von dem der Oeffnung des Auges entgegengesetzten Punkte um $\frac{1}{25}$ dieses Durchmessers entfernet, und ein wenig über der Mitte des Auges erhaben liegt. Weil diese unempfindliche Stelle mit dem Eintritte des Sehenerven zusammentrifft, so, saget er, durfte diese nicht mitten auf dem Boden des Auges, der Augenöffnung gerade gegenüber eintreten, weil uns sonst alle Gegenstände durchlöchert erscheinen würden. Jetzt aber verlieren wir nur die zur Seite unter einem gewissen Winkel gelegenen Gegenstände aus dem Gesichte, aber nur mit einem Auge, nie mit beyden zugleich. Ferner, saget er, mußte der Sehenerve senkrecht eintreten, damit er durch seinen Eintritt so wenig Raum, als möglich, unnütz machte. Gingen die Sehenerven von ihrem Ursprunge gerade nach dem

α) Traité des sens p. 171.
β) Comment. Acad. Petropol. Tom. I. p. 314.

dem Auge zu, so wäre eines dieser beyden erforderlichen Stücke nothwendig verabsäumet, welche jetzt, da sich die Nerven vor dem Eintritte kreuzen, beyde erhalten werden.

Dieser Erfahrung zu Folge glaubte also **Mariotte**, daß die Netzhaut nicht der eigentliche Sitz des Sehens wäre, besonders da er sie durchsichtig zu seyn fand, wie die krystallene und andere Feuchtigkeiten des Auges. Dagegen hielt er die Aderhaut weit empfindlicher als die Netzhaut, und behauptete, daß dieses der eigentliche Sitz des Sehens sey, theils weil sie an der unempfindlichen Stelle ganz fehle, theils weil die Regenbogenhaut, als eine Fortsetzung von ihr bey der Erweiterung und Verengerung des Augensterns so viel Empfänglichkeit gegen das Licht äußere, theils aber auch wegen der schwarzen Farbe der Aderhaut. Diese Meinung haben nachher mit mehreren Gründen **Mery** α), **le Cat** β), **Michell** u. a. zu vertheidigen gesuchet. **Le Cat** glaubte die Entdeckung gemacht zu haben, daß überhaupt die dünne Hirnhaut (pia mater), und nicht die Nerven selbst, das Werkzeug aller Empfindung sey, und daß sie sich beym Eintritte des Sehenerven in zwey Lamellen theile, deren eine die Aderhaut bilde. Er behauptete, die Netzhaut empfange den Eindruck des Lichtes, mäßige ihn, und bereite ihn zu für das Werkzeug, welches er eigentlich rühren soll, habe aber selbst keine Empfindung davon. Dagegen erklären sich für die Netzhaut **Pacquet**, **de la Hire**, **Perrault** u. a. Auch scheint es der Analogie der andern Sinneswerkzeuge angemessener zu seyn, den eigentlichen Sitz der Empfindungen in die Nerven zu setzen, welche die Netzhaut, die doch dem unmittelbaren Eindrucke des Lichtes ausgesetzet ist, in unendlicher Menge enthält. Die Geschichte des Streites beyder Theile nebst ihren Gründen hat **Priestley** in seiner Geschichte der Optik (Uebersetzung S. 146 f.) umständlich erzählet.

Porterfield γ) bemerket, daß die angeführte Stelle der Netzhaut dieserwegen unempfindlich seyn könne, weil sie daselbst

α) Memoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1704.
β) Traité des sens. p. 176 seq.
γ) On the Eye. Vol. II. p. 254.

selbst nicht so weich und zart sey, wie sie es werde, wenn sie sich über die Aderhaut ausbreite, und daß sie in den Thieren, wo der Sehenerve in der Mittellinie des Auges eintrete, daselbst eben so zart, und vermuthlich eben so empfindlich wie an andern Stellen gefunden werde. Der Herr von Haller a) saget, der ganze Versuch von Mariotte beweise nichts; denn an der unempfindlichen Stelle sey eigentlich gar keine Netzhaut vorhanden, sondern eine weiße, cellulöse und poröse Haut, welche zum Sehen untauglich seyn könne, ohne daß es die Netzhaut auch sey. Die Aderhaut könne nicht das Werkzeug des Sehens seyn, weil sie an Menschen und Vögeln, besonders aber an Fischen, inwendig mit einem schwarzen Schleime bedecket sey, dadurch die Strahlen nicht dringen können. Gesetzt aber auch, sie sollten wirklich hindurch gehen, so würden sie, fährt er fort, auf die dunkelbraune, zottige und lederartige Oberfläche der Runsischen lamelle der Aderhaut treffen, und darunter eine unzählige Menge kleiner Gefäße, aber keine oder wenig Nerven finden, so daß nirgend ein vollständiges zusammenhangendes Bild entworfen werden könne. Auch bemerket Zinn β), daß die Aderhaut keine Fortsetzung der dünnen Haut des Sehenerven sey, oder mit der dünnen Hirnhaut zusammenhange; vielmehr finde man beyde durch ein zelliges Gewebe von einander abgesondert. Alle diese Gründe scheinen völlig hinreichend zu seyn, den eigentlichen Satz des Sehens auf der Netzhaut als ausgemacht anzunehmen.

Vor einigen Jahren entdeckte Sömmering in der Netzhaut des Menschenauges eine Art von länglicht runder Oeffnung, welche ungefähr 2 linien vom Sehenerven nach den Schläfen zu entfernet ist, $\frac{1}{4}$ linie im Durchmesser hat mit ausnehmend dünnen Einfassungen, und rund umher einen gelblichen Kreis, etwa 3 linien im Durchmesser, und wird von einer Falte in der Netzhaut bedeckt. Am deutlichsten wird

a) Physiologia Vol. V. p. 474.
β) Descriptio anatom. oculi humani. p. 37. 38.

wird sie einige Tage nach dem Tode entdeckt, weil sich alsdann der Ring umher von einer dunkeln Farbe zeiget. Man vermuthete daher, daß es diese Stelle der Netzhaut sey, welche gegen das Licht unempfindlich ist. Indessen hat man an dieser Öffnung verschiedene Meinungen aufgestellt. Buzzi und Michaelis glaubten, sie sey eine sehr feine und durchsichtige Stelle der Netzhaut; Sömmering, Meckel und Reil halten sie dagegen für eine Stelle, an welcher wirklich alle Netzhaut fehlt; und Herr Wildt in Göttingen meinte, die Netzhaut laufe im lebenden Auge an dieser Stelle in ein Bündel der feinsten Nervenspitzen aus, auf welche das Bild im Auge hingeworfen werde; beym Tode zögen sich diese zurück, und dadurch entstünden die runde Oeffnung und der gefärbte Ring rund um sie her.

Home *) äußert folgende Meinung: Bey der Trennung der Glasfeuchtigkeit des Auges von der Netzhaut fand er sie an dieser Stelle stärker als an den andern hangend. Indem sie fortbeweget wird, geht die Netzhaut mit fort, und bildet eine kleine Falte, in deren Mittelpunkte sich diese kleine Oeffnung findet. Die Falte um die Oeffnung entstehet daher erst beym Proponiren des Auges. Auch fand Home diese Oeffnung nicht allein im Menschenauge, sondern auch in dem Auge des Affen. Im Ochsen- und Schafauge fand er statt derselben in der Glasfeuchtigkeit ein halbdurchsichtiges Röhrchen, welches einem lymphatischen Gefäße ähnlich, unmittelbar an der Schlafseite des Sehenerven über der Netzhaut anfing, $\frac{1}{5}$ Zoll hoch in die Glasfeuchtigkeit senkrecht hinauf ging, und hier sich verlor. Hieraus schließt nun Home, daß alle bisherige Muthmaßungen über den Zweck und Nutzen dieser Oeffnung höchst wahrscheinlich irrig sind, und sie nichts anders als die Mündung eines lymphatischen Gefäßes ist, bestimmt, die verdorbenen Theile der Glasfeuchtigkeit und der Krystalllinse abzuführen, um diese

*) An Account of the Orifice in the Retina of human Eye, discovered by Prof. *Sömmering*. To which are added Proofs of this Appearance being extended to the Eyes of other Animals. By *Everard Home*. Philos. Transact. for 1798. p. 332–345.

diese beständig fort durchsichtig zu erhalten. Sie könne, sagt er, gar keinen Einfluß auf das Sehen haben, weil der gelbe Ring, der sie umgebe, sich erst mehrere Stunden nach dem Tode zeige, und in der Folge immer dunkeler werde, welches schon eine Veränderung des Auges beweise. Selbst der Versuch des Mariotte lasse sich daher nicht erklären, wenn das Bild des betrachteten Gegenstandes auf sie falle; denn die Oeffnung liege nicht so, daß dieß wirklich der Fall wäre. Auch sey die Oeffnung viel zu klein, als daß sie irgend einen Mangel im Sehen veranlassen könnte, da die Blutgefäße, die sich über die Netzhaut hinziehen, viel breiter als diese Oeffnung sind, und doch keinen Theil des Bildes auffangen [α]).

Was die Lehre vom deutlichen und undeutlichen Sehen betrifft, so findet man hiervon sehr viel Lehrreiches in einer Abhandlung von Dr. Jurin, welche dem Smith'schen Lehrbegriff der Optik [β]) beygefüget ist, womit besonders noch Lambert [γ]) und Adams [δ]) verglichen werden kann. Eine Sache siehet man deutlich, wenn ihre Grenzen bestimmt erscheinen, und die Farbe und Lage ihrer Theile genau erkannt werden kann; hell hingegen, wenn von ihr Licht genug ins Auge kommt, um erkannt und von andern Sachen unterschieden zu werden. Man muß beydes wohl von einander unterscheiden. In Ansehung der Helligkeit kommt es 1) auf die Lichtmenge an, welche von dem Gegenstande auf den Augenstern fällt, 2) auf die Farbe sowohl des Objektes selbst, als der ihn umgebenden Körper, 3) auf die Art und Weise, wie das Licht auf ihn fällt, oder von demselben reflektiret wird, 4) auf die Weite des Augensternes, 5) auf die Reinheit und Durchsichtigkeit der Feuchtigkeiten des Auges und der gesunden Beschaffenheit der übrigen zum Sehen erforderlichen Theile, und 6) auf die Durchsichtigkeit des

α) Grens Annalen der Physik, fortges. von Gilbert. B. II. S. 245.
β) Deutsche Uebersetz. durch Kästner. S. 483 u. f.
γ) Photometrie. S. 490 u. f.
δ) Anweisung zur Erhaltung des Gesichts und zur Kenntniß der Natur des Sehens. Aus dem Engl. von Friedrich Kries. Gotha, 1794. 8.

Dunstkreises. Zum deutlichen Sehen wird, wie bereits unter dem Artikel, Auge, bemerket ist, erfordert, daß die von einem jeden Punkte der Sache auf das Auge fallende Strahlen auf der Netzhaut wieder in einen Punkt vereiniget werden. **Jurin** zeiget aber, daß eine so genaue Vereinigung, besonders bey etwas großen Gegenständen, nicht einmahl nöthig sey. Man kann daher das **vollkommene Sehen** von dem bloß **deutlichen** unterscheiden. Das vollkommene Sehen kommt bey der bestimmten Beschaffenheit des Auges auf die Entfernung der Gegenstände, das deutliche Sehen aber zugleich auf die Größe derselben an. **Adams** bemerket noch, daß zum deutlichen Sehen auch eine hinreichende Helligkeit des Gegenstandes, gehörige Größe des Bildes und gesunde Beschaffenheit des Auges erfordert werden. Vereinigen sich die Strahlenkegel nicht genau auf der Netzhaut, so breitet sich alsdann das Bild eines jeden Punktes in einen kleinen Kreis, den **Zerstreuungskreis**, aus, und das Ineinandergehen dieser Kreise verursachet die Undeutlichkeit. Die Größe dieser Kreise hängt von der Entfernung der Gegenstände ab; diese erscheinen desto undeutlicher, je kleiner sie sind. Und eben von diesen Zerstreuungskreisen rühret es her, daß am Umfange der Gegenstände ein Lichtrand um das Bild derselben entstehet, welcher ihre scheinbare Größe um etwas vermehret.

Für jedes Auge gibt es eine gewisse Entfernung, bis auf welche es ohne alle Anstrengung die Objekte deutlich sehen kann, die **natürliche Weite des vollkommenen Sehens** (distantia visionis distinctae). Weil jedoch das Auge noch ein Vermögen besitzet, seine Einrichtung etwas zu ändern, so sieht es auch noch auf andere Weiten vollkommen und es entstehen daher **Grenzen des vollkommenen Sehens**. Da überdem das Auge, besonders bey großen Gegenständen, eine gewisse Undeutlichkeit vertragen kann, so lassen sich diese Grenzen noch mehr erweitern und auf solche Art bekömmt man Grenzen des bloß **deutlichen** oder **guten Sehens**. Wenn man aber auch auf diese Unterschiede genau Rücksicht nimmt,

nimmt, so sieht man doch sehr leicht ein, daß noch außerdem viele Umstände vorhanden seyn können, die es ungemein erschweren, solche Grenzen durch Versuche richtig zu bestimmen. So können z. B. die verschiedenen Grade der Helligkeit und kleine Fehler am Auge ungemein verschiedene Resultate verursachen. Daher kommt es auch, daß die Angaben hierüber so sehr verschieden sind. Von den Grenzen des Sehens überhaupt bemerket **Adams** folgendes: Befindet sich das Auge im Dunkeln, so erkennt es die Gegenstände bey einem geringen Grade von Helligkeit. Gewissen Rechnungen zu Folge würde ein Gegenstand, welchen wir bey Tage in einer Entfernung sehen können, die 3436 Mahl so groß als sein Durchmesser ist, bey der Nacht in einer hundert Mahl größern Entfernung noch sichtbar seyn, wenn er eben so hell bliebe. So sehen wir den schwachen Schein eines Lichtes in einer dunkeln Nacht sehr weit, so wie die Sterne am Himmel, welche das Tageslicht verdunkelt, oder auch die Sonnenstäubchen in einem dunkeln Zimmer, welche bey völliger Erleuchtung desselben von der Sonne verschwinden. Außerdem wird die Stärke des Sehens durch fremdartige Theile, die in der Luft schweben, und durch die Dünste in derselben eingeschränkt, indem diese das Licht auffangen. Daher scheinen die Himmelskörper am Horizonte ein schwächeres Licht zu besitzen, weil sie ganz durch den Theil der Atmosphäre gesehen werden, der an der Erde liegt.* Berge und Hügel, welche in einer sehr großen Entfernung bey einem heitern Morgen sichtbar waren, verschwinden nach und nach unserm Auge, wenn bey vorrückendem Tage mehr Dünste in die Höhe steigen. Vorzüglich wird die Deutlichkeit des Sehens durch die wellenförmige Bewegung der Dünste geschwächt, welche den Objekten eine gleich zitternde Bewegung mittheilet, und durch das Fernrohr noch merklicher wird. Ein noch anderer Umstand, welcher auf die Weite des Sehens Einfluß hat, ist die Größe des Gegenstandes in Vergleichung mit ihrer Entfernung. Wenn die Gegenstände nicht für sich leuchtende Körper sind, so muß ihr Bild, um

 merklich

merklich zu werden, eine gewisse Größe auf der Netzhaut besitzen. M. s. Sehewinkel. Befinden sich Gegenstände auf einem Grunde von anderer Farbe, so sind sie unter einem weit kleinern Winkel sichtbar, als die Theile eines zusammengesetzten Objektes. Hierbey kommt es vorzüglich auf den Grad der Helligkeit an; so können bey einem geringen Grade mehrere an einander grenzende Gegenstände selbst unter einem beträchtlich großen Sehewinkel kaum von einander unterschieden werden. Wenn auch ein Objekt nach der einen Richtung zu klein ist, um erkannt zu werden, so kann es doch in einer andern Richtung, bey welcher es sich merklich ausdehnet, ins Auge fallen. So sieht man eine lange dünne Stange noch in einer Entfernung, in welcher man ein Viereck von gleicher Breite nicht mehr sieht. Aus dieser Ursache läßt sich ein kleiner Gegenstand eher bemerken, wenn er sich beweget. Ein kleiner Stern, den man bey Tage oder in der Dämmerung kaum erkennt, wird bemerkbar, wenn man das Fernrohr hin und her bewegt. Uebrigens hängt aber das meiste in allen diesen Fällen von der Beschaffenheit des Auges ab; einige sind gegen die Eindrücke des Lichts empfindlicher, als andere.

Dr. Jurin setzt die kleinste Weite des vollkommenen Sehens aus vielen Beobachtungen insgemein auf 5, 6 oder 7 Zoll. Die größte Weite des deutlichen Sehens zu bestimmen, ward ihm schwerer, indem man auch noch deutlich sieht, wenn gleich die Vereinigunspunkte der Strahlen ein wenig vor oder hinter der Netzhaut fallen; überdem kann auch diese Weite desto größer seyn, je größer die Objekte sind. Dieß läßt sich durch folgenden Versuch erweisen. Man stelle ein gedrucktes Blatt, auf welchem Buchstaben von drey bis vier verschiedenen Größen vorkommen, in eine solche Entfernung, daß das Auge ohne alle Anstrengung sie noch deutlich siehet; man kann alsdann annehmen, daß ihre Bilder jetzt gerade auf der Netzhaut liegen. Ruckt man nun das Blatt dem Auge immer näher, so fängt zuerst der kleinste Druck undeutlich zu werden an, indeß der größere noch

deutlich bleibt; bringt man es noch näher, so wird zuerst der zunächst größere Druck undeutlich u. s. f. Der Grund davon ist dieser: daß bey kleinen Gegenständen die Zerstreuungskreise weit geschwinder ein merkliches Verhältniß zu der Größe der Gegenstände selbst, und zu ihren Entfernungen von einander erhalten Ein großer Druck wird zwar bey gleichen Zerstreuungskreisen schlechter begrenzt, allein noch immer deutlich genug zu sehen, wenn bey einem kleinern der Zerstreuungskreis des einen Buchstaben in den Zerstreuungskreis des andern hineingeht. Dr. Jurin setzt endlich durch eine Rechnung (welche auf die Entfernung zweyer Sterne von bekannter Lage, die man noch unterscheiden kann, und auf die Größe der Brechungen im Auge gegründet ist) 14 Fuß 5 Zoll; dagegen nimmt Porterfield nach einer andern Methode für sein eigenes Auge nur 27 Zoll an. Adams setzt die gewöhnliche Weite, einen schönen und großen Druck deutlich zu lesen, höchstens auf 15 bis 16 Zoll; dahingegen dieselbe beträchtlich groß werden kann, wenn die Gegenstände selbst sehr groß sind, und viel auf ein Mahl zu übersehen erfordern. Uebrigens wird von einem Gegenstande allemahl derjenige Theil am deutlichsten gesehen, auf welchen die Augenaxe gerichtet ist.

Dem undeutlichen Sehen wird nach Jurin's Meinung auf eine doppelte Art abgeholfen, indem sich das Auge entweder so einrichtet, wie es zum deutlichen Sehen in einer andern Entfernung nöthig ist; oder indem es die Oeffnung des Augensterns verengert, welches letztere hauptsächlich bey stärkerm Lichte gebrauchet wird, und ist schon oft allein hinreichend, indem sich dabey auch die Zerstreuungskreise zusammenziehen. Bey einem schwachen Lichte aber zieht sich der Augenstern so wenig zusammen, daß er sich vielmehr erweitern muß, um mehr Licht hinein zu lassen.

In einigen Fällen liegt, wie Jurin beobachtet hat, die Ursache des undeutlichen Sehens in der Unstandhaftigkeit des Auges. So sind wir z. B. wohl vermögend, einen einzelnen weißen Strich auf einem schwarzen Grunde, aber nicht

einen weißen Strich zwischen zwey schwarzen auf weißem Grunde zu erkennen. Denn im letzten Falle wird bey einer noch so kleinen Bewegung des Auges das Bild des einen oder des andern Strichs auf die Stelle der Netzhaut rücken, auf welche vorher das Bild des schwarzen Strichs lag; mithin wird dieß eine solche Verwirrung im Sehen verursachen, daß man den weißen Strich nicht deutlich wahrnimmt, und von dem schwarzen unterscheidet; es wird also hieraus der Anschein eines einzigen, breiten schwarzen Strichs entstehen, ohne daß man einen weißen Zwischenraum wahrnehmen könnte. Der Zwischenraum zwischen zwey Stecknadeln, welcher eben so groß als ihre Breite war, gegen das Tageslicht betrachtet, ließ sich nicht mehr erkennen, wenn er unter einem kleinern Winkel, als 40 Sekunden, ins Auge fiel.

Hält man ein Parallellineal nicht weit geöffnet gerade vor das Auge, so daß man dadurch das Tageslicht sehen kann, so wird der Zwischenraum, in der kleinsten Entfernung zum deutlichen Sehen, wie ein einziger heller Strich sich zeigen. Bringt man aber das Parallellineal näher ans Auge, so wird der Zwischenraum doppelt, wie zwey helle Striche mit einem dazwischen liegenden dunkeln, erscheinen, und mit Veränderung der Oeffnung oder der Entfernung wird man nicht allein mehrere helle und dunkele Striche eins um das andere, sondern so viel wahrnehmen, daß man sie nicht zählen kann, besonders wenn man durch die Oeffnung nach einer Lichtflamme sieht. Eben dieß nimmt man auch wahr, wenn das Lineal in allzu großer Entfernung von Kurzsichtigen, oder von Weitsichtigen durch ein erhabenes Glas betrachtet wird. Ein sehr kleines Nadelloch in einem Stücke Papier gegen das Licht gehalten erscheinet, so bald es seine Deutlichkeit verlieret, wie mit Strahlen umgeben. Diese Erscheinungen will Dr. Jurin aus der Newtonischen Hypothese von den Anwandlungen des leichtern Durch- und Zurückgehens erklären. Robins aber erkläret sie aus der Anstrengung des Auges, welche es sich geben muß, um außer den Grenzen des deutlichen Sehens etwas zu unterscheiden,

scheiden, wodurch die Oberfläche ungleich gespannt und runzelig werde.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik. Aus dem Engl. durch **Klügel**. S. 69. 143 u. f. 475 f. 514 f. **Smiths** vollständiger Lehrbegriff der Optik durch **Kästner**, an verschiedenen Stellen. **Georg Adams** Anweisung zur Erhaltung des Gesichts und zur Kenntniß der Natur des Sehens. Aus dem Engl. von **Friedr. Kries**. Gotha, 1794. 8. S. 66–93.

Sehewinkel, Gesichtswinkel, optischer Winkel (angulus opticus, angulus visionis s. visorius, angle optique, angle visuel). Es sey (fig. 73.) a b eine gerade Linie, von deren Endpunkten b und a die geraden Linien b c und a c in ein daselbst befindliches Auge gezogen werden, so nennt man den Winkel a c b den **optischen Winkel** oder den **Sehewinkel**, und man sagt, die Linie a b erscheine dem Auge unter diesem **Winkel**. Gesetzt aber auch, es wäre a b irgend ein anderer Gegenstand, von welcher Gestalt und Größe man will, so kann man sich vorstellen, die Augenaxe sey auf die Mitte des Gegenstandes gerichtet, und durch die Axe eine Ebene gelegt, in welcher a und b die äußersten sichtbaren Punkte sind, so heißt auch dieser Winkel a c b der **Sehewinkel**, unter welchem die Länge oder Breite des sichtbaren Gegenstandes dem Auge in dieser Ebene erscheinet. Die Schenkel a c und b c dieses Winkels sind eigentlich die Axen der von den äußersten Punkten eines erleuchteten Gegenstandes auf den Augenstern fallenden Strahlenkegel. Weil nun bey den Untersuchungen über die Erscheinungen, welche vom Sehewinkel abhangen, die Strahlen, welche durch den Mittelpunkt des Augensternes gehen, allein gebrauchet werden, so kann man sich dabey den Augenstern als einen Punkt vorstellen, in welchen alle Strahlen eines erleuchteten Gegenstandes zusammenfallen. Da man aber von solchen Strahlen, welche auf die Mitte des Sterns auffallen, annehmen kann, daß sie ungebrochen ins Innere des Auges gehen, so werden auch ihre Verlängerungen c f und c e auf die Grenzen des Bildes e f fallen, welches auf

der Netzhaut entworfen wird, so vereinigen sich alle von a herkommende Strahlen auf der Netzhaut in f, und die von b auffallenden in e, und die damit verbundene Empfindung stellt den Gegenstand so dar, daß seine scheinbaren Grenzen genau zwischen die Schenkel des Sehewinkels fallen.

Weil wir gewohnt sind, die Größe der sichtbaren Gegenstände nach der Größe der optischen Winkel abzumessen, so müssen uns natürlich diejenigen gleich groß scheinen, welche unter gleich großen Winkeln gesehen werden; im Gegentheil aber ungleich groß, wenn diese ungleich groß sind. Einerley Objekte können auch in verschiedenen Entfernungen gleich groß scheinen, wenn nur die Sehewinkel gleich groß sind.

Wenn das Auge einen Theil von der Oberfläche eines Körpers übersieht, so hängt es allein von der Figur des Körpers ab, was die Durchschnittslinie der Ebene des optischen Winkels zwischen a und b mit jedem Theile der Oberfläche für eine Gestalt hat. Wäre dieser Theil eine ebene Fläche, so würde die Durchschnittslinie eine gerade Linie seyn; und wenn die Gesichtsaxe auf dieser Ebene senkrecht ist, so ist sie auch auf a b senkrecht. Wäre aber dieser Theil keine ebene Fläche, so kann man sich doch immer eine Ebene durch a und b vorstellen, welche auf der Ebene des optischen Winkels senkrecht ist. Wenn alsdann diese Ebene auf der Gesichtsaxe senkrecht ist, so ist auch a b auf der Gesichtsaxe senkrecht. Uebrigens kann man a b den **sichtbaren Durchmesser** nennen, weil dieser Durchmesser nicht allemahl die wahre Höhe oder Breite des sichtbaren Gegenstandes angibt. In dieser Rücksicht wird alsdann auch der Sehewinkel der **scheinbare Durchmesser**, und die Hälfte desselben der **scheinbare Halbmesser** genennt. Man sieht aber leicht, daß hier bloß von der reinen optischen Darstellung die Rede ist. Denn so bald wir aus der Größe des optischen Winkels auch wirklich über die wahre Größe des Gegenstandes urtheilen, so ist der Sehewinkel nicht mehr mit dem scheinbaren Durchmesser oder der scheinbaren Größe einerley. In

diesem

diesem Verstande ist die scheinbare Größe etwas sehr Unbestimmtes, welches von willkührlicher Schätzung abhängt, da hingegen der Sehewinkel in einem jeden Falle bestimmt ist. M. s. Größe, scheinbare.

Wäre die Gesichtsaxe c d auf der Mitte des sichtbaren Durchmessers senkrecht, mithin d c a der scheinbare Halbmesser und a b der sichtbare Halbmesser, so hat man für den Halbmesser = 1, d c : a d = 1 : tang. d c a, folglich a d = d c . tang. d c a, und 2 . a d = a b = 2 . d c . tang. d c a = 2 . d c . tang. $\frac{1}{2}$ a c b. Setzt man nun den optischen Winkel a c b = α, die Entfernung des Auges von dem sichtbaren Durchmesser = β, und den sichtbaren Durchmesser = γ 1, so ist $\gamma = \beta$. tang. $\frac{1}{2}$ α. Wenn also der optische Winkel nebst der Entfernung des Auges vom sichtbaren Durchmesser bekannt ist, so läßt sich der scheinbare Durchmesser finden. Ueberhaupt sind α, β, γ drey Größen, welche so von einander abhangen, daß die dritte leicht gefunden werden kann, wenn zwey davon bekannt sind. Denn aus $\gamma = 2\beta . \text{tang.} \frac{1}{2}\alpha$ ergibt sich $\beta = \frac{1}{2} . \frac{\gamma}{\text{tang.} \frac{1}{2}\alpha}$, und tang. $\frac{1}{2}\alpha = \frac{1}{2} . \frac{\gamma}{\beta}$. Wären für einen andern Gegenstand ω, n, s der optische Winkel, die Entfernung des Auges von dem scheinbaren Durchmesser, und der sichtbare Durchmesser, so hat man auch tang. $\frac{1}{2}\omega = \frac{1}{2} . \frac{s}{n}$, mithin tang. $\frac{1}{2}\alpha$: tang. $\frac{1}{2}\omega = \gamma . n : s\beta$. Hieraus lassen sich nun sehr leicht folgende Sätze ableiten.

1) Das Verhältniß der scheinbaren Halbmesser ist zusammengesetzt aus dem Verhältnisse der sichtbaren Durchmesser und aus dem verkehrten Verhältnisse der Entfernungen derselben vom Auge.

2) Sind die sichtbaren Durchmesser einander gleich, so verhalten sich die Tangenten der scheinbaren Halbmesser umgekehrt wie die Entfernungen.

3) Sind

3) Sind die Entfernungen einander gleich, so verhalten sich die Tangenten der scheinbaren Halbmesser, wie die sichtbaren Halbmesser.

4) Wären die beyden Sehewinkel einander gleich, mithin tang. $\frac{1}{2}\alpha$ = tang. $\frac{1}{2}\omega$, so ist auch $\gamma . n = \epsilon . \beta$, und daher $\gamma : \epsilon = \beta : n$, und es verhalten sich die sichtbaren Durchmesser, wie die Entfernungen derselben vom Auge.

5) Weil sich kleine Winkel sehr nahe, wie ihre Tangenten selbst verhalten, so kann man in den Sätzen 1, 2, 3 bey kleinen Sehewinkeln ohne merklichen Fehler die Winkeln selbst statt der Tangenten setzen.

Wenn die Augenaxe (fig. 74.) fc gegen den Mittelpunkt c einer Kugel gerichtet ist, und man schneidet die Kugel mit einer Ebene durch den Mittelpunkt, in welcher die Augenaxe fc liegt, zieht alsdann noch die Tangenten df und ef, so ist klar, daß das Auge nur den Bogen dae übersehen kann, und es ist nun dfe der optische Winkel, dfc der scheinbare Halbmesser, de der sichtbare Halbmesser, und dg der sichtbare Halbmesser. In dem Dreyecke cdf hat man cf : cd = 1 : sin. cfd, mithin sin. cfd $= \frac{cd}{cf}$, oder sin. $\frac{1}{2}$ dfe $= \frac{cd}{cf}$. Setzt man dfe $= \alpha$, fc $= \beta$ und de $= \gamma$, und cd $= \varrho$, so hat man sin. $\frac{1}{2}\alpha = \frac{\varrho}{\beta}$. Hieraus findet man ferner $\beta = \frac{\varrho}{\text{sin.} \frac{1}{2}\alpha}$, und $\varrho = \beta . \text{sin.} \frac{1}{2}\alpha$, so daß allemahl eine von diesen dreyen Größen α, β, ϱ gefunden werden kann, wenn die beyden übrigen bekannt sind. Ferner hat man cd : dg = 1 : sin. dcg, aber sin. dcg = $90° - \frac{1}{2}\alpha$, folglich cos. $\frac{1}{2}\alpha$ = sin. dcg, und es ergibt sich $\varrho : \frac{1}{2}\gamma = 1 : \text{cos.} \frac{1}{2}\alpha$, folglich $\frac{1}{2}\gamma = \varrho . \text{cos.} \frac{1}{2}\alpha$, und $\gamma = 2\varrho \ \text{cos.} \frac{1}{2}\alpha$. Demnach findet man den sichtbaren Durchmesser aus dem wahren Halbmesser der Kugel und aus dem optischen Winkel.

Sind also zwey gleich große Kugeln vom Auge ungleich weit entfernet, so verhalten sich die Sinus der scheinbaren Halbmesser oder die optischen Winkel umgekehrt, wie die Entfernungen der Kugeln vom Auge. Uebrigens ist das Stück der Kugelfläche, welches das Auge auf ein Mahl übersehen kann, allemahl kleiner als die Halbkugel. Wäre die Kugel sehr weit vom Auge entfernet, wie z. B. die Sonne vom Auge des Beobachters auf der Erde, so kann man ohne merklichen Fehler annehmen, daß das Auge auf ein Mahl die völlige Halbkugelfläche übersehen könne. In diesem Falle läßt sich alsdann der sichtbare Halbmesser dg für den wahren cd annehmen, und man findet vermöge der Formel $\gamma = 2\beta . \text{tang.} \frac{1}{2}\alpha$ den wahren Durchmesser der Kugel.

Exempel. Es sey der Sehewinkel, unter welchem der Halbmesser der Sonne erscheinet (der scheinbare Halbmesser der Sonne) = 16′, und der Sonne Entfernung vom Auge = 24200 Erdhalbmesser, so ist nun $\frac{1}{2}\alpha = 16'$, $\beta = 24200$ Erdhalbmesser. Die Tangente von $\frac{1}{2}\alpha$ ist nach den Tafeln = 0,0046542, mithin die wahre Größe des Sonnendurchmessers = 2 . 24200 . 0,0046542 = 2 . 112,7 = 225,4 Erdhalbmesser.

Wäre die Augenaxe (fig. 73.) cd schief gegen ab gerichtet, so müßte außer dem Winkel dcb auch der Winkel dcb gegeben seyn. Alsdann läßt sich eine von den drey Größen dcb, db und dc trigonometrisch finden, wenn die beyden andern gegeben sind. Gewöhnlich nimmt man aber in der Physik solche Fälle an, wo die Augenaxe auf die Mitte des Gegenstandes gerichtet, und auf ab senkrecht ist, wofür die obigen Formeln gelten.

Die Größe des Bildes ef auf der Netzhaut ist = 2 . eg tang. $\frac{1}{2}$ dcb, wo eg oder die Entfernung der Krystalllinse von der Netzhaut auf die Einrichtung des Auges ankommt. Bey einerley Einrichtungen des Auges verhalten sich die Größen der Bilder, wie die Tangenten der halben Sehewinkel, oder bey kleinen Winkeln wie die Sehewinkel selbst. Es ist also der sichtbare Halbmesser der Größe des Bildes im Auge propor-

proportional, und kleinere Bilder sind mit Empfindung von geringerer Größe verbunden, obgleich die Größe nicht durch Anschauung des Bildes erkannt wird. M. s. Sehen.

Wenn wir uns von dem Gegenstande weiter entfernen, so wird der Sehewinkel, unter welchem er uns erscheinet, kleiner, und endlich so klein, daß sich der Gegenstand unserm Auge völlig entzieht. Man hat über den kleinsten dem menschlichen Auge noch empfindlichen Sehewinkel verschiedene Versuche angestellet. Dr. Hooke α) bestritt Hevels Methode, die Winkel am Himmel durch bloße Dioptern ohne Fernrohr zu messen, und glaubte aus Versuchen annehmen zu können, daß selbst das schärfste Gesicht keine Winkel unter einer halben Minute mehr unterscheiden könne, und gewöhnliche Augen empfänden schon Winkel unter einer Minute nicht mehr. Zwey Sterne, welche um $\frac{1}{2}$ bis eine Minute von einander abstünden, erschienen den bloßen Augen wie ein einziger. Smith β) bestätiget dieses in dem Falle, da der Gegenstand ein runder schwarzer Fleck auf weißem Grunde, oder ein weißer auf schwarzem Grunde ist, weil ein scharfes Auge diese nicht mehr sehe, wenn der optische Winkel unter 40 Sekunden, mithin die Entfernung vom Auge 5156 Mahl größer, als der sichtbare Durchmesser des Fleckens sey. Auch der Marquis de Courtivron γ) schließt aus seinen Versuchen, daß der kleinste empfindbare optische Winkel 40 Sekunden betrage. Smith berechnet für diese Größe, daß der Durchmesser des Bildes $\frac{1}{8000}$ eines Zolles ist, und nennt daher ein solches Theilchen einen empfindlichen Punkt auf der Netzhaut. Dr. Jurin δ) erinnert, daß es hierbey auch auf die Stärke des Lichtes ankomme, da man einen Stern, welcher durch ein Fernrohr betrachtet nur wie ein heller Punkt erscheine, und keinen Winkel von einer Sekunde am Auge mache, ganz wohl sehe, ungeachtet ein weißer oder schwar-

α) Animaduers. in partem primam machinae coelestis *Hevelii*.
β) Lehrbegriff der Optik, durch Kästner. S. 29.
γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1752. p. 200.
δ) Smith's Lehrbegriff der Optik, der Uebers. S. 502 u. f.

schwarzer Flecken von 25 bis 30 Sekunden nicht empfunden werden könne. Auch lassen sich Striche in größerer Entfernung wahrnehmen, als Tüpfelchen von gleicher Breite, und längere Striche sieht man in größerer Entfernung als kürzere, weil die Eindrücke von ihnen mehrere Nerven der Länge nach rühren. Durch Erfahrung fand Jurin, daß ein Silberdraht unter einem optischen Winkel von $3\frac{1}{2}$ Sekunden, und ein seidener Faden unter einem von $2\frac{1}{2}$ Sekunden noch gesehen werden konnte.

Einzelne Objekte bleiben dem Auge auf eine größere Entfernung empfindbar, als gleich große zwischen ihnen befindliche Zwischenräume. Innerhalb der Grenze des deutlichen Sehens ist der kleinste optische Winkel für einen Zwischenraum etwa um ein Viertel größer, als für einen einzelnen Gegenstand, z. E. etwa 75 Sekunden, wenn letzterer 1 Minute beträgt. Außerhalb dieser Grenze aber wird die Entfernung, auf welche ein einzelnes Objekt empfindbar bleibt, viel größer gegen diejenige, in welcher ein gleich großer Zwischenraum zweyer solcher Objekte erkennbar ist. Denn alsdann werden die Zerstreuungskreise die Bilder der Gegenstände vergrößern, die der Zwischenräume hingegen verkleinern.

Auch Tobias Mayer *) suchte durch Versuche den kleinsten Sehewinkel unter allenthalben Umständen zu bestimmen. Er beobachtete die Entfernung, in welcher ein schwarzer Flecken auf sehr weißem Papiere unkenntlich zu werden anfing, und schloß als Mittel aus mehreren solchen Versuchen den kleinsten Sehewinkel auf 34 Sekunden. Schwarze Striche mit Zwischenräumen von größerer Breite, als sie selbst hatten, waren auf größere Entfernung kennbar, als wenn die Zwischenräume so breit als die Striche selbst waren. War die Erleuchtung schwach, so schien sich der kleinste optische Winkel wie die Cubikwurzel aus der Entfernung des Lichtes von der Sache zu verhalten.

Es

*) Experim. circa visus aciem in comment. Goetting. T. IV. p. 97.

Es verschwinden uns also die kleinsten Theile der Objekte z. B. die Blätter der Bäume, wenn sie sich in einer solchen Entfernung von uns befinden, daß sie unter einem kleinern Winkeln als 30 bis 40 Sekunden ins Auge fallen. Man sieht alsdann bloß den Umriß des ganzen Gegenstandes, ohne seine Theile unterscheiden zu können. Daher kommt es, daß uns entfernte Thürme rund zu seyn scheinen, wenn wir ihre Ecken nicht gewahr werden. Wälder, Kornfelder u. s. f. zeigen sich in der Ferne wie zusammenhangende Massen, weil wir die Zwischenräume der einzelnen Bäume und Stengel nicht mehr unterscheiden können. Parallel gesetzte Bäume scheinen zusammen zu laufen, weil ihre Breite in der Ferne unter immer kleinen Sehewinkel ins Auge fällt. Wenn eine Allee von Bäumen mehr denn 5000 Mahl länger wäre, als sie breit ist, so würden beyde Reihen von Bäumen zusammen zu laufen scheinen, indem alsdann der Breite der letztern Bäume nur 40 Sekunden zukömmt.

Eigentlich sehen wir nur das deutlich, was in der Augenaxe oder nahe dabey liegt. Inzwischen lehret doch die Erfahrung, daß wir alle diejenigen Objekte ziemlich deutlich mit sehen, welche nicht über 45° von der Augenaxe ringsum abliegen. Gemeiniglich wird also der größte Sehewinkel, welchen das Auge mit Deutlichkeit umfassen kann, = 90° und so angenommen, daß auf jeder Seite der Augenaxe die Hälfte davon liegt. M. s. Gesichtsfeld.

M. s. Priestley Geschichte der Optik, a. d. Engl. durch Klügel S. 484 u. f. Smiths vollständiger Lehrbegriff der Optik durch Kästner S. 29. §. 97. S. 102. §. 68 u. f. Karsten Anfangsgründe der mathemat. Wissenschaften B. III. Greifsw. 1780. 8. Optik. Abschnitt II.

Sehungsbogen (arcus visionis, arc de vision). Man verstehet unter dem Sehungsbogen eines Sternes (arcus visionis s. emersionis sideris) die geringste Tiefe der Sonne unter dem Horizonte, bey welcher der Stern sichtbar wird. So lange die Sonne über dem Horizonte ist, wird das Licht aller übrigen Gestirne durch ihren

ange-

ungemein starken Glanz verdunkelt. Nur zu gewissen Zeiten sind der Mond und die Venus am Tage sichtbar; alle übrige Gestirne aber können erst nach Sonnenuntergang gesehen werden, und zwar um desto eher nimmt man ein solches Gestirn gewahr, je größer seine scheinbare Größe und je stärker seine Lichtglanz ist.

Wenn man nach dem Untergange der Sonne die Zeit nach einer genauen Uhr beobachtet, welche verfließt, ehe man den Stern sehen kann, so läßt sich aus dieser Zeit und dem Stande der Sonne die Tiefe der letztern unter dem Horizonte für diesen Augenblick finden, und diese ist der Sehungsbogen des Sternes. Uebrigens begreift ein jeder sehr leicht, daß bey solchen Beobachtungen keine genauen Resultate zu erwarten sind, theils wegen der verschiedenen Beschaffenheit der Augen, theils aber auch wegen der Veränderlichkeit der Atmosphäre, besonders bey den Planeten, wo es überdem noch auf die Entfernung von der Erde, und bey den untern auf die Größe ihres erleuchteten Theils ankommt. So setzt Ptolemäus den Sehungsbogen für Jupiter und Merkur 10 Grad, Hevel aber, welcher ein sehr scharfes Gesicht hatte, nur 3 Grad. Ptolemäus *) gibt überhaupt folgende Größen der Sehungsbogen an:

Für Fixsterne erster Größe	12°		für Venus	5°
—— 2ter —	13°		— Jupiter	10°
—— 3ter —	14°		— Merkur	10°
—— 4ter —	15°		— Saturn	11°
—— 5ter —	16°		— Mars	11° 50′
—— 6ter —	17°			
—— 7ter —	18°			

Der Sehungsbogen der kleinsten und neblichten Gestirne bestimmt die Grenze der Dämmerung. Befindet sich die Sonne in dieser Grenze, so ist es schon völlig dunkel, und die Zeit, welche während dieses Augenblickes und des Auf- oder Untergangs der Sonne verfließt, ist alsdann die Dauer

*) Almag. Lib. XIII. cap. 7.

Dauer der Dämmerung. M. s. Dämmerung. Der Sehungsbogen dienet, die Zeit des Hervortretens und Verschwindens aus den Sonnenstrahlen (occasum et ortum heliacum) zu finden. M. s. Aufgang.

Seife (sapo, savon). Unter diesem Nahmen verstand man sonst eine innige Verbindung der ätzenden Alkalien mit den fetten Oehlen, welche sich sowohl im Wasser als auch Weingeist auflösen läßt. Seitdem man aber die Entdeckung gemacht hat, daß auch Säuren und andere salzartige Stoffe sich mit den Oehlen verbinden, und im Weingeiste auflösbar sind, so haben viele Chemiker den Ausdruck Seife auch auf die Vereinigung der salzigen Substanzen mit den Oehlen ausgedehnet. Die Auflösungen der Seife im Wasser sind milchweiß, im Weingeist aber hell, schäumen beym Umrühren oder Schütteln und machen andere fette Stoffe mit dem Wasser mischbar.

Die gemeine oder alkalische Seife bereitet man auf folgende Art: man läßt eine ätzende Lauge des feuerbeständigen Alkali's mit einem fetten Oehle bis zur völligen Vereinigung der Oehl- und Salztheile unter einander unter beständigem Umrühren kochen. Gewöhnlich verfährt man hierbey so, daß man das feuerbeständige Alkali mit ungelöschtem Kalk verbindet, und dadurch ätzend macht, und die aus dieser Vermischung erhaltene wässerige Auflösung so weit eindickt, bis sie ein frischgelegtes Ey tragen kann. In diesem Zustande wird sie **Meisterlauge** (lixiuium magistrale), **Seifensiederlauge** genennt. Nun gießt man zu einem Theile dieser Lauge etwas Wasser, bringt zwey Theile Oehl oder Fett hinein, und läßt die Mischung in einem kupfernen Kessel kochen. Wenn diese dick zu werden anfängt, gießt man von dem andern Theile der Lauge nach und nach mehr dazu, bis ein Tropfen der Masse auf einen kalten Körper gebracht zu einer festen gleichförmigen Substanz gerinnt. Hierauf setzet man noch einige Hände voll Salz hinzu, und läßt es noch eine kurze Zeit kochen. Nach einigem Abkühlen wird sodann die fertige Seife in hölzerne Formen, welche

im

im Boden Löcher besitzen, und inwendig mit linnenen Tüchern belegt sind, geschöpfet, und darin, bis sie sich schneiden läßt, stehen gelassen. Indessen tritt auch schon das Oehl und Alkali in der Kälte, wiewohl später, zu einer Seife zusammen. Mit den in der Kälte leicht fest werdenden Oehlen gibt das ätzende Mineralalkali eine feste und harte Seife; das Gewächsalkali aber gibt mit eben diesen Oehlen keine völlig feste Seife, wenn man ihr nicht beym Ende des Kochens Kochsalz zusetzet, welches sich mit der Seife nicht vereiniget, sondern theils die überflüssige, nicht leicht fortzutreibende Feuchtigkeit in sich nimmt, theils aber und hauptsächlich sein Mineralalkali fahren läßt, während sich seine Säure wegen der stärkern Anziehung mit dem Gewächsalkali verbindet, wodurch sich also nun eine Seife erzeuget, welche Mineralalkali zur Basis hat. Diejenigen Oehle, welche in der Kälte schwer gerinnen, oder nicht fest werden, geben eine schmierige Seife.

Der Unterschied der Seifen beruhet auf der Verschiedenheit der dazu gebrauchten Oehle und Laugensalze. So bereitet man die gemeine Seife aus dem thierischen Fette oder Unschlitt mit Gewächslaugensalz; die bunte venetianische aus Baumöhl und Gewächslaugensalz, deren bunte Flecken ihr mit Indigo und Cochenille gegeben werden sollen; die weiße alicantische oder spanische aus Baumöhl und Mineralalkali; die Cacaobutterseife aus Gewächsalkali und Cacaobutter; die schwarze Seife oder Thranseife aus Fischthran und Gewächsalkali, und die grüne Seife aus Hanföhl, Leinöhl oder Rüböhl mit Gewächsalkali. Auch das Wachs gibt mit ätzenden Alkalien eine so genannte Wachsseife, wozu das punische Wachs zur Enkaustik gehöret, welches nach le Sage *) aus reinem weißen Wachs mit dem zwanzigsten Theile Mineralaltali zusammengeschmolzen bestehen soll.

Die Seifen werden durch alle Säuren wegen der größern Verwandtschaft mit dem Alkali wieder zersetzt. Das dadurch abgeschiedene Oehl aber hat in seiner Natur eine Ver-

*) Analyse chymique Vol. II. im Regist. S. XII.

änderung erlitten, und löset sich nun ganz oder zum Theil im Weingeiste auf. Auch zersetzen die Seifen alle Verbindungen der Säuren mit Stoffen, womit sie nicht so nahe verwandt sind, als mit den feuerbeständigen Alkalien, wie alle Ammoniaksalze, und alle Mittelsalze, deren erdigte Grundlage mit der Säure nicht so nahe verwandt ist, als das feuerbeständige Alkali. Aber auch andere, wie z. B. Gyps im Wasser aufgelöset, zersetzen die Seife, jedoch durch eine doppelte Wahlverwandtschaft. Von der Kohlensäure wird aber die Säure nur schwer zersetzt. Aus dieser Ursache lösen sich oft Seifen in verschiedenen Wässern, besonders aus Brunnen, nur unvollkommen auf, und werden von diesen zersetzet, wenn sie Gyps, erdigte Mittelsalze, oder metallische Salze bey sich führen.

Mit den ätherischen Oehlen verbinden sich die feuerbeständigen Alkalien weit schwerer zu einer Seife, als die fetten Oehle; zumahl da auch ihre Flüchtigkeit die Anwendung der Hitze hindert. Von diesen ätherischen Seifen ist bloß die **Starkeyische Seife** (sapo Starkeyanus, tartareus) aus Gewächsalkali und Terpentinöhl gebräuchlich.

Die sauren Seifen entstehen aus der Vereinigung der Säuren mit den Oehlen, wodurch die letztern verdickt und im Weingeiste auflöslich gemacht werden. **Achard** *) hat über die Verbindungen der Schwefelsäure mit verschiedenen Oehlen mancherley Versuche angestellet. Wenn man zu drey Theilen fettem Oehle zwey Theile Vitriolöhl nach und nach setzet, in einem gläsernen Mörser zusammenreibet, und nachher mit kochendem destillirtem Wasser auswäscht, so erhält man eine solche saure Seife, welche jedoch im Wasser sehr wenig auflösbar ist.

Die Auflösungen der Seifen im Weingeiste führen den Nahmen der **Seifenspiritus** (spiritus saponati).

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie, Th. II. Halle, 1794. 8. §. 1235 f.

Seig-

*) In *Rozier* journal de physique. Dec. 1780. Janv. et Febr. 1781.

Seignettesalz s. **Laugensalze.**
Seihen s. **Filtriren.**
Sekunde s **Zeit, Sonnenzeit.**
Sekundenpendel s. **Pendel.**

Selbstentzündungen (inflammationes spontaneae, inflammations spontanées). Es gibt in allen drey Reichen der Natur eine Menge entzündlicher Körper, welche durch ihre Vermischung so auf einander wirken, daß sich Wärmestoff entwickelt, und ohne alle Erhitzung und Entzündung von außen beym Zutritte respirabler Luft sehr oft in heftige Flammen ausbrechen, und auf solche Art sich von selbst zersetzen. Selbst alsdann kann ein solcher Vorgang erfolgen, wenn durch eine Mischungsveränderung der entzündlichen Körper Wärmestoff entbunden wird, und die respirable Luft einen freyen Zutritt hat.

Hierher gehören die von den Chemikern bereiteten **Selbst- und Luftzünder.** M. s. **Phosphorus.**

Weil bey allen Selbstentzündungen eine wechselseitige Einwirkung gewisser Stoffe, unter welchen sich entzündliche Substanzen befinden, nothwendig vorangehen muß, so kann man wohl allgemein behaupten, daß eine solche Erscheinung nie eher erfolgen könne, als wenn eine Auflösung heterogener Dinge Statt findet. Dieß beweisen alle Selbstentzündungen, von welchen einige merkwürdige angeführet werden sollen.

Wenn man gebrannte Talkerde in einem porzellanenen Gefäße mit starkem besonders weißem Vitriolöhle übergießt, so erhitzt sich das Gemisch stark, dampft, und man sieht es wirklich glühen und Funken umhersprühen, wenn man die Vermischung an einem dunkeln Orte vornimmt. Es löset nämlich die Säure die Talkerde auf, und verbindet sich mit dieser zu einem festen Bittersalze, wodurch Wärme frey wird.

Die Kiese, worin Schwefel und Eisen, mit oder ohne Kupfer, verbunden sind, verwittern oder zerfallen beym Zugange der Feuchtigkeit und Luft in ein salziges Pulver. Liegen die verwitternden Kiese in einer beträchtlichen Menge zu-

sammen, und es wirken Luft und Feuchtigkeit zugleich, so äußert sich nicht allein eine starke Hitze, sondern es bricht auch wohl die ganze Masse in eine Flamme aus. Daß hier eine wirkliche Auflösung Statt findet, ist von selbst klar. Aus dieser Erscheinung lassen sich in dem Mineralreiche vorkommende Selbstentzündungen der Steinkohlenschichten, Alaunschieferflözen, Torfhaufen u. dergl. begreiflich machen. Gewöhnlich erkläret man auch hieraus die Entstehung der unterirdischen Feuer. M. s. Vulkane.

Die Selbstentzündungen der Mischungen von Oehlen und Salpetersäure (vorzüglich Salpetergeist), wovon unter dem Artikel, Salpetersäure, ist gehandelt worden, sind schon eine geraume Zeit entdecket. Auch will Bryant Higgins *) gefunden haben, daß sich Kupfersalpeter, welcher von der Auflösung des Kupfers in Salpetersäure zurück bleibt, nach und nach entzünde, wenn man ihn etwas feucht zerreibt, auf Zinnfolie eine Linie dick streuet, alles fest zusammenrollt, und dann ganz platt druckt.

Vegetabilische und selbst thierische Körper, welche leicht in Fäulniß übergehen, können zu Selbstentzündungen Veranlassung geben. Hierüber sind erst in den neuern Zeiten Erfahrungen gesammelt worden, welche hinreichend beweisen, daß man bey Geschäfften des gemeinen Lebens mit vielen Dingen, um Feuersbrünste zu verhüten, sehr vorsichtig seyn müsse. So lehret schon die gemeine Erfahrung, daß noch etwas feuchtes Heu, feuchtes Getreide, und viele andere vegetabilische Substanzen zusammengehäuft sehr leicht in Gährung übergehen, wobey sie sich erhitzen, und zuletzt sogar beym freyen Zugange der Luft in wirkliche Flamme ausbrechen. Auch thierische Substanzen zusammengehäuft, wie z. B. Düngerhaufen, erhitzen sich, und entzünden sich zuletzt.

Auch Mischungen von Ruß und gepreßten trocknenden Oehlen erhitzen sich, und können in Flamme gerathen. In den Jahren 1780 und 1781 entstanden in Kronstadt und Petersburg

*) Philos. Transact. Vol. LXIII. P. I. p. 137.

tersburg auf Schiffen und Magazinen, wo alles von Stein und Eisen ist, und daselbst gar kein Feuer geduldet wird, verschiedene zum Theil heftige Brände, von welchen man anfänglich die Ursachen nicht entdecken konnte. Endlich schrieb man sie aber der Mischung von Oehl und Ruß zu. Auf der Kaiserinn Befehl wurden hierüber theils von der Admiralität theils von der Akademie viele Versuche angestellt. So fand die Admiralität, daß 40 Pf. Kienruß, auf welchem eine Stunde lang 35 Pf. Hanföhlfirniß gestanden hatten, nach abgegossenem Oehle in eine Hangematte gewickelt, schon nach 19 Stunden Rauch und Feuer zeigten, und bey Eröffnung der Thüre mit dem ersten Zutritte frischer Luft in Flamme ausbrachen. Besonders merkwürdig sind die nachher angestellten Versuche des Herrn Adjunkt Georgi *). Wenn fette schwere Ruße mit gepreßten trocknenden Oehlen in beträchtlicher Menge, ungefähr zu gleichen Theilen mit einander vermischt, der Ruß mit dem Oehle bloß getränkt und die Mischung hernach in Leinwand oder Matte gewickelt wurden, um die äußere Luft abzuhalten, so entzündeten sie sich in drey bis vier Tagen. Die Entzündung erfolgte, besonders bey guter Witterung, oft auch, wenn man bey der Vermischung auf eine andere Art verfuhr, jedoch nicht so sicher.

Die Versuche zeigten ferner, daß oft Hanf, Haare, Wolle u. dergl., wenn sie mit Oehl oder Talk getränkt, und nachher etwa eine Stunde lang an der Sonne oder in einem Ofen durchhitzt, und hierauf fest in einen Bund zusammengepackt wurden, sich entzündeten. Auf diese Art ward selbst ein alter grauer Rock von Schaafwolle nach 48 Stunden im Innern ganz verkohlt und ausgebrannt. Ja sogar Kleyen, feine Sägespäne, Mehl, Grütze, Erbsen, Bohnen, Coffeebohnen und andere ähnliche Pflanzenmaterien entzündeten sich oft nach einiger Zeit, wenn sie geröstet waren, daß sie schwitzten und nachher heiß zusammengepackt wurden.

Ohne Zweifel rühret in allen diesen Fällen die Hitze daher, daß das Oehl, welches aufgegossen wird, oder welches die

*) Neue Nordische Beyträge. B. III. S. 37 f. B. IV. S. 309 f.

Körper beym Rösten ausschwitzen, sich in diesen auflöset, und daß nach einer solchen Auflösung die Körper die Wärme schlechter leiten als vorher.

Aus diesem Angeführten erhellet zur Genüge, welche Vorsicht man bey solchen Körpern zu beobachten hat, welche über einander gehäuft oder dicht zusammengepackt in kurzer Zeit Wärme entwickeln, und sich zuletzt selbst entzünden. Die Erfahrung hat nun schon vielfältig gelehret, welche schreckliche Brände oft auf diese Art entstanden sind.

M. s. **Buchholz** Beytrag zur Geschichte der Selbstentzündung in **Crells** chemischen Annalen. B. I. 1784. St. 5. S. 411 f. St. 6. S. 483 u. f.

Selenit, künstlicher Gyps, vitriolsaurer Kalk, schwefelgesäuerte oder schwefelsaure Kalkerde (selenites, gypsum, calx vitriolata, calx sulphurica, sulphur calcis, selenit, sulfate de chaux). Diesen Nahmen führen überhaupt in der Chemie alle Mittelsalze, welche aus der Verbindung der Schwefelsäure mit der Kalkerde entstehen. Natürlich kommt diese Verbindung in dem Gypse und in dem so genannten **Frauen**- oder **Marienglase** (**Katzenspath**) vor. Die Benennung Selenit rühret nicht, wie **Macquer** glaubet, wegen der Aehnlichkeit mit den Salzen von dem Worte sel, sondern vielmehr vom Marienglase her, welches die Alten wegen des matten mondähnlichen Schimmers Selenit (von σελήνη, luna) nannten.

Der Selenit sollte eigentlich wegen seiner Bestandtheile zu den Salzen gezählet werden; da aber die Schwefelsäure mit der Kalkerde so genau verbunden ist, daß er an 470 Theile siedendes Wasser, und mehr als 500 bey dem 50° Wärme nach Fahrenh. zu seiner Auflösung verlangt, so muß er mehr zu den Erden, als zu den wahren Salzen gerechnet werden.

Der Selenit bildet kleine nadelförmige Krystalle ohne erheblichen Geschmack. Natürlich finden sie sich in ansehnlicher Größe im Marienglase. Dergleichen Krystalle sind sechsseitige Säulen, die an den Enden zugeschärft sind. Weil

zwey

zwey einander gegenüberstehende Seitenflächen oft weit breiter, als die übrigen vier, und die Zuschärfungen schief aufgesetzet sind, so sehen diese Krystallen rautenähnlich aus. Das Marienglas enthält übrigens eine verschiedene Menge von Krystallisationswasser, von welchem auch seine größere oder mindere Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit abhängt. Nach **Bergmann** enthält das krystallisirte Marienglas 0,32 bis 0,34 Kalkerde, 0,44 bis 0,46 Schwefelsäure, und 0,22 Krystallisationswasser. In der Luft sind diese Krystalle beständig, und nur durch eine lange Einwirkung der Witterung erleiden sie eine kleine Aenderung in Ansehung ihrer Durchsichtigkeit.

In der Hitze verlieret der Selenit sein Krystallisationswasser sehr leicht, er wird unter einer Art von Aufwallung undurchsichtig, und sehr zerreiblich und locker. In diesem Zustande heißt er **gebrannter Gyps**, auch wohl **Gypskalk**, **Sparkalk**. M. s. **Gyps**. Im heftigen Feuer, so wie auch vor dem Löthrohre fließt er endlich zu einer Art von Glas. Durch Glühen zwischen Kohlen erlangt er die Eigenschaft zu leuchten. Hierher gehören zum Theil die Leuchtsteine oder Lichtsauger. M. s. **Phosphoren**.

In der Natur trifft man den Selenit sehr häufig an. Es gibt ganze Hügel, Lager und Schichten, die aus Gypsstein bestehen, und man wird wenig Brunnen- Quell- und Flußwasser finden, in welchem nicht ein größerer oder geringerer Theil von Selenit enthalten wäre.

Durch reine Alkalien sowohl feuerbeständige, als flüchtige, wird die Kalkerde aus einer Auflösung des Gypses im Wasser leicht niedergeschlagen; dieß erfolgt aber alsdann, wenn man die Vermischung an der Luft stehen läßt, wo die Alkalien Kohlensäure anziehen, und diese in Verbindung mit der Schwefelsäure eine stärkere Verwandtschaft gegen die Alkalien besitzet, als gegen die Kalkerde. Es geht also die reine Kalkerde auf nassem Wege mit der Schwefelsäure eine größere Verbindung ein, als den feuerbeständigen und flüchtigen Alkalien.

Uebrigens zeiget die Schwefelsäure bey Vergleichung des Kalksalpeters und des fixen Salmiaks mit dem Selenit eine auffallende Verschiedenheit von den übrigen mineralischen Säuren. In allen diesen dreyen Salzen ist der erdigte Theil der nämliche, gleichwohl besitzen die beyden erstern, welche aus der Verbindung der Salpeter- und Kochsalzsäure mit der Kalkerde entstehen, einen fast ätzenden Salzgeschmack, und einen hohen Grad von Zerfließbarkeit, da im Gegentheil das letztere fast ohne allen Geschmack und beynahe unauflöslich ist.

M. s. Macquer chemisches Wörterbuch: Artikel, Selenit. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 485 u. f.

Seleniten, Mondsbewohner s. **Mond**.

Senkwage s. **Aräometer**.

Sieden, Kochen (efferuescentia, ebullitio, ebouillition, bouillonement) heißt die Bewegung der flüssigen Materien, welche man gewahr wird, wenn sie in offenen Gefäßen einen gewissen bestimmten Grad der Wärme am Feuer erhalten haben, wobey beständig vom Boden des Gefäßes oder von dem Theile, welcher dem Feuer am meisten ausgesetzet ist, durchsichtige elastische Blasen in die Höhe steigen, welche an der Oberfläche zerplatzen, und in sichtbaren Dampf entweichen. Man sagt daher auch, eine flüssige Materie siede oder **koche**, wenn man alle die erwähnten Erscheinungen an selbiger wahrnimmt. Die freye Wärme, welche eine flüssige Materie zum Sieden erfordert, läßt sich nicht weiter verstärken. Selbst das heftigste Feuer kann sie nicht weiter erhitzen, sondern nur verursachen, daß sie eher, als sonst, in Dampfgestalt davon geht.

Die Erscheinungen, welche man bey einer flüssigen Materie z. B. beym Wasser bemerket, wenn es allmählig bis zum Sieden erwärmet wird, sind folgende. Am besten lassen sie sich in durchsichtigen Gefäßen beobachten. Noch lange zuvor, ehe das Wasser zu sieden anfängt, bilden sich kleine Bläschen an den Seitenwänden des Gefäßes, die daselbst

eine Zeit lang hangen bleiben, einige davon nach und nach in die Höhe steigen, und an der Oberfläche des Wassers zerplatzen, auch wohl ganz bleiben und darauf schwimmen. Bey größerer Wärme werden sie häufiger und größer, und ihr sehr schnell auf einander folgendes Aufsteigen macht die ganze Wassermasse etwas trübe und undurchsichtig, bis sie endlich beym wirklichen Sieden in so großer Menge und in solcher Schnelligkeit in die Höhe steigen, daß dadurch das Wasser in eine wellenförmige Bewegung kommt. Die ältern Naturforscher hielten die Blasen, welche vom ersten Anfange an bis zum Sieden und selbst die beym Sieden aufsteigen, für wirkliche Luft, und glaubten daher, daß sich das Wasser auf diese Art völlig in Luft verwandeln lasse, da im Gegentheil der umgekehrte Prozeß, nämlich die Erkältung, die Luft wieder zum Wasser zurückbringe. Selbst in den neuern Zeiten hat man immer noch die ersten Bläschen, die sich an den Wänden der Gefäße bilden, als wirkliche Luft angesehen, und außerdem noch geglaubt, daß selbst während einer gewissen Zeit des Kochens eine große Menge von Luft, welche sich in den Zwischenräumen der flüssigen Materien aufgehalten hätten, zugleich mit dem Dampfe aufsteige und entweiche. Allein ich habe bereits unter den Artikeln, **Eis** und **Gas**, einige Gründe angegeben, die mir dieß sehr unwahrscheinlich machen. Ich will zugeben, daß gleich anfänglich einige Luftblasen mit unter den Bläschen an den Seitenwänden des Gefäßes vermischt sind, indem beym Füllen des Gefäßes mit Wasser einige Lufttheilchen an den Wänden hängen bleiben konnten, die von der Wärme ausgedehnet werden, und wegen ihrer Leichtigkeit in die Höhe steigen; allein daß selbst aus dem Wasser eine so große Menge von Luft, wie man sich gewöhnlich vorstellt, mit fortgetrieben werde, ist kaum zu glauben. Vielmehr ist das Sieden des Wassers nichts weiter als eine Operation, durch welche es in Dampf aufgelöset wird.

Schon **Baçon von Verulamio** *) beschreibet ziemlich richtig den Vorgang, der bey dem Sieden Statt findet; er

*) Impetus philosophici, in opp. Francof. 1665. fol. p. 704.

er saget, wenn man in einem Gefäße Wasser einer gelinden Wärme aussetzet, so fängt sich schon Wasserdampf zu bilden an, jedoch in geringer Menge, ohne daß man an dem Wasserkörper selbst die geringste Veränderung wahrnimmt; wird aber die Wärme in hinreichendem Grade vermehret, so löset sich das Wasser durchs Aufsteigen sehr großer Blasen in ungemein häufigen Dampf auf, und entweichet in dieser Form sehr schnell.

Musschenbroek *) beschreibet die Erscheinungen des Siedens auf folgende Art: wenn das Wasser warm zu werden anfängt, so steigen anfänglich bloß Luftbläschen in die Höhe. Bringt man hierauf das Gefäß näher zum Feuer, so dringt das Feuer durch mehrere Zwischenräume des Bodens, und steigt in Gestalt dünner Fäden auf, welche die Durchsichtigkeit des Wassers in etwas trüben, aber sich doch durch die ganze Masse verbreiten. Endlich tritt das Feuer in größerer Menge unter der Form von flockigten Fäden (sub forma filorum, speciem lingularum exhibentium) ein, welche aber ungleichförmig aufsteigen und aus kleinen Bläschen bestehen. Es durchdringt das Wasser, erhebt es, und bildet auf solche Art auf der Oberfläche hin und wieder Wellen oder kleine Säulen, bis zuletzt die ganze Wassermasse in Bewegung gesetzet wird, und ihre Durchsichtigkeit beynahe gänzlich verlieret. Bey dieser Beschreibung des Siedens ist der Gedanke, daß das, was in Gestalt der Fäden aufsteiget, Feuer sey, hypothetisch. Indessen sucht sich Musschenbroek durch folgende Worte näher darüber zu erklären. Er saget, die am Boden sich gebildeten Blasen sind durchsichtig und bestehen aus Feuer und einer Art von Dampf, in welche die vom Feuer berührten Wassertheilchen verwandelt werden. Weil das Wasser nur eine gewisse Menge Feuer auflösen kann, so verbreitet sich das überflüssige Feuer durch die ganze Wassermasse, strebt durch alle Seiten, besonders aber durch die Oberfläche auszugehen, und reißt aus dem Wasser eine Menge Theile in Gestalt des Dampfes mit sich

*) Introduct. ad philosoph. natural. §. 1455.

sich fort. Dieser Dampf steiget in ungleicher Menge und Stärke auf, theils weil das Feuer ungleichförmig ausgeht, theils weil jedes Dampftheilchen mit Elektricität umgeben seyn muß. In dieser mechanischen Erklärung finden sich alle Gründe vereiniget, welchen man ehemahls das Aufsteigen der Dämpfe zuschrieb, nämlich Stoß des Feuers, Verwandlung in hohle Bläschen, umdrehende Bewegung der Wassertheilchen und Elektricität. M. s. Ausdünstung. Jetzt erkläret man viel natürlicher die Verdampfung durch eine bloße mechanische Verbindung der Wärme mit den Wassertheilchen. So lange nämlich die Kraft der Wärme sich gleich bleibt, so besteht auch der ein Mahl gebildete Wasserdampf; so bald sie aber durch Kälte oder Druck geschwächet wird, so zersetzet er sich zum Theil und verwandelt sich wieder in wirkliches Wasser, wie längst bekannte Versuche unläugbar beweisen.

Noch vor dem Sieden gibt das Wasser einen Ton von sich (der gemeine Mann nennt es ein Singen), welcher anfänglich sehr fein und schwach ist, nach und nach aber stärker, und endlich beym Kochen des Wassers tiefer wird; er hängt jedoch von der Gestalt, Größe, Materie und Dicke des Gefäßes ab. Dieses so genannte Singen entstehet ohne Zweifel von dem Zerplatzen der Bläschen, welche anfänglich sehr fein sind, beym wirklichen Kochen aber groß werden.

Die Erfahrung lehret, daß nicht alle flüssige Materien zum Sieden einen gleichen Wärmegrad verlangen, sondern nach Verschiedenheit der Materie auch verschieden ist. Gewöhnlich gibt man die zum Sieden erforderlichen Grade der verschiedenen tropfbar flüssigen Materien auf folgende Art an:

Alkohol	siedet bey	176	Grad nach	Fahrenheit.
Gem. Weingeist	——	180	——	—
Regenwasser	——	212	——	—
Kuhmilch	——	213	——	—
Meerwasser	——	218	——	—
Pottaschenlauge	——	240	——	—
Scheidewasser	——	242	——	—

Vitriol.

Vitriolöhl	siedet bey	546	Grad nach	Fahrenheit.
Terpentinöhl	——	560	——	—
Leinöhl Quecksilber	——	600	——	—

Es ist wohl nunmehr keinem Zweifel unterworfen, daß eine jede flüssige Materie zum Sieden ihren eigenen und bestimmten Grad thermometrischer Wärme verlanget. Hat sie ein Mahl diesen erreichet, so nimmt sie nun auch keinen höhern Wärmegrad an. Diesen Wärmegrad erlangen aber diejenigen Theile der flüssigen Materie am ersten, welche dem Feuer am nähesten sind, daher verwandeln sich diese zuerst in Dampf, steigen wegen ihrer Leichtigkeit in die Höhe, und entweichen als Dampfbläschen. Diesem zu Folge läßt es sich ungemein leicht einsehen, warum die flüssige Materie, wenn sie ein Mahl siedet, nicht weiter erhitzt werden kann. Denn diejenige Wärme, welche über den Grad, den die flüssige Materie zum Sieden verlanget, vorhanden ist, wird zur Dampfbildung verwendet, und entweichet sogleich von der flüssigen Masse; und in der flüssigen Materie kann keine größere Wärme zurück bleiben, weil sie sonst augenblicklich jene in Dampf verwandeln würde. Die siedende flüssige Materie behält daher beständig einen bestimmten Wärmegrad, welcher die **Siedhitze** oder der **Siedpunkt** (punctum f. gradus ebullitionis, d'egré d'ebullition) genannt wird. Es können daher flüssige Materien, während sie sieden, aus eben dem Grunde keinen höhern Wärmegrad annehmen, als die festen geschmolzenen Körper den ihrigen nicht ändern können. M. s. **Schmelzung**.

Diese Beständigkeit des Wärmegrades für jede tropfbar flüssige Materie leistet bey gewissen chemischen Operationen ungemeine Dienste, und gibt besonders am Thermometer einen festen bestimmten Punkt, den so genannten Siedpunkt. Bey chemischen Operationen bedienet man sich besonders der Siedhitze des Wassers vorzüglich bey Destillationen aus gläsernen Gefäßen, welche ins Wasser gestellet, und nach und nach mit dem Wasser zugleich erhitzt werden. Solche Destillationen

nennt

nennt man Destillationen durchs **Wasserbad** oder **Marienbad**. Nur ist hierbey zu bemerken, daß diejenige flüssige Materie, welche überdestillirt werden, und dabey zum Kochen kommen soll, einen geringern Wärmegrad als das Wasser verlangt. Denn selbst Wasser, welches auch in dünnsten Gefäßen in kochendes Wasser gebracht wird, kommt nicht zum Sieden, weil das kochende Wasser dem Wasser im Gefäße nur denjenigen Wärmegrad mittheilen kann, welchen sein noch tropfbar bleibender Theil besitzet, der folglich zur Verdampfung noch nicht zureichend ist *a*).

Der bestimmte oder begrenzte Wärmegrad, den flüssige Materien zum Sieden verlangen, findet jedoch nur bey homogenen Materien Statt, wie beym Alkohol, Wasser. Bey heterogenen flüssigen Materien hingegen gibt es hiervon sehr große Einschränkungen. Bey diesen kann die Wärme vom ersten Grade des Siedens bis zum stärksten Grade desselben beträchtlich zunehmen. Wein, gemeiner Branntwein und besonders die meisten Oehle erhitzen sich dieserwegen immer mehr, je länger sie kochen, und dieß so lange, bis der Rest homogen wird. Dieß ist die Ursache, warum auch Wein in Gefäßen im kochenden Weine aufgehängt endlich kocht.

Bey dem allen aber ist noch wohl zu erwägen, daß der Druck der atmosphärischen Luft, welche sich über der Fläche der kochenden Flüssigkeit befindet, den Wärmegrad, bey welchem eine und dieselbe Flüssigkeit siedet, sehr abändert. Je größer der Druck der Atmosphäre ist, eine desto größere Hitze wird zum Sieden bey einerley flüssigen Materie erfordert, und umgekehrt, je geringer der Druck der Atmosphäre ist, desto eher und bey desto geringerer Hitze siedet einerley flüssige Materie. Der Grund von diesem veränderlichen Siedegrade ist folgender. Kein Dampf kann unter einem bestimmten Drucke bestehen, als bey einem bestimmten Wärmegrade, wodurch der Dampf die erforderliche Elasticität, um mit dem Drucke das

a) *Ladisl. Chernak* diss. de aqua intra aquam feruentem non ebullieare. Groning. 1775. 4.

das Gleichgewicht zu halten, erlangt. Es kann sich folglich auch im Innern des Wassers, auf dessen Fläche die Atmosphäre druckt, nicht eher Dampf bilden, oder welches einerley ist, das Wasser kann nicht eher sieden, bis es durch das Feuer denjenigen Grad der Elasticität erlangt, welcher dem Drucke der Luft das Gleichgewicht hält. Je weniger die Luft darauf druckt, je geringer braucht die Elasticität des Dampfes zu seyn, um dem Drucke der Luft das Gleichgewicht zu halten, mithin hat er auch einen desto geringern Wärmegrad nöthig, um sich zu bilden. Hieraus folgt aber doch noch nicht, wie einige Naturforscher behaupten wollen, daß man bey den gewöhnlichen Graden der Temperaturen, in welchen wir leben, gar kein liquides Wasser, keine Naphtha und kein Alkohol ohne Druck der Atmosphäre kennen würde. Denn der Druck der Atmosphäre hält diese flüssigen Materien nicht zurück, sondern ihre Schwere, wie auch offenbar die Erfahrung lehret; im leeren Raume der Luftpumpe müßte sonst das Wasser augenblicklich sich in elastischen Dampf verwandeln. Eben weil in diesem Raume der Druck der Atmosphäre nicht mehr Statt hat, siedet das Wasser bey einem sehr geringen Wärmegrade. Der Hr. de Saussüre führet einen Versuch von Franklin mit einer gläsernen Röhre an [a]), an deren Enden sich luftleere halb mit Wasser oder Weingeist gefüllte Kugeln befinden. In diesen luftleeren Kugeln ist schon die Wärme der Hand zureichend, um das Flüssige zum Sieden zu bringen. Dagegen zeiget aber Papins Digestor, welcher sehr großen Wärmegrad des Wassers annehmen kann, wenn sein Kochen und Verdampfen durch eine äußere Gewalt unterdrückt wird. M. s. Papinische Maschine.

Huygens führet zuerst an [b]), daß Wasser und Weingeist in luftleeren Gefäßen bey sehr geringer Wärme kochen. Es scheint dieser Versuch von Papin im Jahre 1673 angestellt

a) Essais sur l'hygrometri. essai III. chap. 1. §. 186.
b) Pneumatical experiments by M. *Papin*, directed by *Huygens* in Phil. Transact. n. 122. p. 544.

stellt zu seyn α). Es kochte das Wasser an einer Lichtflamme eine Viertelstunde lang, indem das Glas nur lauwarm war. Nicht lange darauf erfand auch Papin seinen Digestor. Es war also der Einfluß des Drucks der Atmosphäre auf die Siedhitze des Wassers schon in der andern Hälfte des 17ten Jahrhunderts bekannt, gleichwohl setzt Newton den Siedpunkt des Wassers an seinem Leinöhlthermometer schlechthin auf den 33sten Grad, ohne dieser Verschiedenheit zu gedenken.

Amontons fand im Jahre 1702 bey seinen Versuchen, dem Thermometer feste Punkte zu geben, den Siedpunkt des Wassers in offenen Gefäßen bestimmt und unveränderlich. Diese Beständigkeit bewies er sogar durch eigene Versuche, und verwunderte sich ungemein, daß das Wasser, wenn es ein Mahl siede, nicht heißer werde. Dagegen bemerkte Fahrenheit β) im Jahre 1724 an seinen Quecksilberthermometern, daß der Druck der Atmosphäre einen merklichen Einfluß auf den Siedgrad des Wassers habe. Er zeiget dieß durch eine Art von Wasserthermometer an, das in kochendes Wasser gebracht viel höher steht, wenn das Barometer einen hohen Stand hat. Er thut den Vorschlag, diesem Thermometer eine solche Einrichtung zu geben, daß es im siedenden Wasser bey 28 engl. Zoll Barometerhöhe an der tiefsten Stelle der Röhre, und bey 31 Zoll an der höchsten stehe, damit man es so als eine neue Art von Barometer gebrauchen könne.

Man sieht also hieraus, daß der Siedpunkt des Wassers, wenn er am Thermometer zum festen Punkte werden soll, jederzeit beym gleichen Drucke der Atmosphäre oder bey einerley Barometerhöhe bestimmt werden muß.

Weil der Druck der Luft in größern Höhen über der Erdfläche abnimmt, so folgt daraus nothwendig, daß das Wasser in hohen Gegenden bey einer niedrigern Temperatur kocht, als in niedrigen Gegenden. Le Monnier γ) brachte

α) Nouvelles experiences du vuide. Paris 1674. 4.

β) Philos. Transact. n. 385. p. 179.

γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. à Paris 1740. p. 131.

brachte am 6ten Octob. 1739 ein Quecksilberthermometer, welches zu Perpignan bey einem 28⅛ Paris. Zoll hohen Barometerstande getheilet war, auf den Gipfel des Canigou in den Pyrenäen, wo der Barometerstand nur 20 Zoll 2½ Linie, also beynahe nur 8 Zoll, geringer war. Als er es hier in kochendes Wasser brachte, stand es um 9 reaumurische oder um 15 de l'Islische Grade unter dem zu Perpignan wahrgenommenen Siedpunkte. Secondat de Montesquieux α) beobachtete die Siedhitze des Wassers auf dem Pic-de-Midi um 18 Grade Fahrenh. geringer, als in der Stadt Bagneres, und der Wärmegrad des siedenden Weingeistes betrug auf eben diesem Berge nur 160 Grad Fahrenh., da er in Bourdeaux auf 173 gestanden hatte.

Indessen war bis jetzt noch gar kein Gesetz bekannt, nach welchem bey vermehrten oder verminderten Drucke der Atmosphäre der zum Sieden des Wassers nöthige Wärmegrad zu- oder abnähme. Erst Herr de Lüc β) gab sich Mühe, durch Versuche ein solches Gesetz auszumitteln. Zu dem Ende beobachtete er auf einer Reise von Genf nach Genua im Jahre 1762 die Wärme des kochenden Wassers an zehn Orten, und auf seiner Rückreise an 16 Orten von sehr verschiedenen Höhen an einerley Thermometer, an welchem der jedesmahlige Abstand des Siedpunktes vom Frostpunkte durch einen Faden auf einem getheilten Maßstabe gemessen ward. Nachdem er nun diese seine Versuche mit einander verglich, so fand er, daß die Unterschiede der Siedhitze den Unterschieden der Barometerhöhen nicht proportional waren, daß vielmehr bey gleichförmig abnehmender Barometerhöhe der Grad der Siedhitze in der Folge stärker, als im Anfange, abnimmt. Herr de Lüc getraute doch seinen Beobachtungen nicht die gehörige Schärfe zu, um das wahre Gesetz, nach welchem sich die Unterschiede richten, genau daraus ableiten zu können, und setzte daher im Durchschnitte beyde Unterschiede einander proportional.

Im

α) Philos. Transact. n. 472.

β) Untersuchung über die Atmosphäre, a. d. Franz. Th. I. §. 450 f.

Im Monat May 1762 fand er nun

	den Barometerstand	Abstand des Sied- und Frostpunktes
zu Turin	$328\frac{3}{4}$ Linien	822 Theile des Maßstabes
auf dem Montcenis	$273\frac{1}{4}$ —	782 — —
Unterschiede	$55\frac{1}{2}$ Linien	40 Theile.

Im Monath August,

zu Genua	341 Linien	829 Theile
zu Tovet-Dessus	$263\frac{1}{4}$ —	773 —
Unterschiede	$77\frac{3}{4}$ Lin.	56 Theile.

Es verhielten sich also im Durchschnitte die Unterschiede der Barometerhöhen zu den Unterschieden der Abstände des Siedpunktes in Theilen des Maßstabes wie $55\frac{1}{2} + 77\frac{3}{4}$: $40 + 56$ oder wie $133\frac{1}{4} : 96$; mithin würde hiernach eine Linie Barometerfall den Siedegrad des Wassers um $\frac{96}{133\frac{1}{4}}$ oder um 0,72 Theile des Maßstabes erniedrigen.

Wenn nun mit Herrn de Lüc ein für allemahl festgesetzet wird, daß der Siedpunkt aller Thermometer bey 27 Zoll Barometerhöhe bestimmt werden solle, so ergibt sich für diese Höhe, welche um 17 Linien geringer ist, als die zu Genua beobachtete, der Abstand des Siedpunktes von dem Frostpunkte $829 - 17 \cdot 0{,}72 = 816{,}8$ Theile des de Lüc'schen Maßstabes. Von diesem Fundamentalabstande betragen 0,72 Theile des gebrauchten Maßstabes den 1134sten Theil desselben. Es erniedriget daher eine Linie Barometerfall den Siedpunkt des Thermometers um $\frac{1}{1134}$ desjenigen Fundamentalabstandes, welcher bey 27 Zoll Barometerhöhe ist gefunden worden, welches bey der Fahrenheitschen in 180 Grade getheilten Skale $\frac{180}{1134}$ oder $\frac{10}{63}$ Grade beträgt. Folglich ändert sich der Siedpunkt bey der Veränderung des Barometers von 27 Zoll bis auf 28 Zoll Höhe $\frac{10}{63} \times 12 = \frac{120}{63}$, oder um 1,9 Fahrenheitsche Grade.

Wenn man z. B. zu einer gewissen Zeit an einem Orte, wo das Barometer 26 Zoll hoch steht, Wasser kochen wollte,

so siedet es alsdann, wenn ein bey 27 Zoll Barometerhöhe getheiltes Thermometer darin 212 — 1,9 = 210,1 Fahrenh. Grade zeigt. Oder zeigte das Barometer auf einem Berge nur 21 Zoll, so würde das Wasser schon bey 212 — 6 — 1,9 = 200,6 Grad Wärme an einem solchen Thermometer kochen.

Wenn man andere Thermometer gebraucht, deren Siedpunkte bey andern Barometerhöhen bestimmt, und welche um a größer oder kleiner als 27 Zoll sind, so ist leicht zu begreifen, daß der Fundamentalabstand dieser Thermometer selbst um $\frac{a}{1134}$ des vorigen Abstandes größer oder kleiner ist, oder $1134 \pm a$ ausmacht, wenn der vorige 1134 betrug. Mithin muß nunmehr das, was bey den vorigen $\frac{1}{1134}$ war, jetzt $\frac{1}{1134 \pm a}$ seyn. Hieraus findet de Lüc seine erste Regel: **Eine Pariser Linie Barometerfall erniedriget den Siedpunkt um $\frac{1}{1134 \pm a}$ des auf dem Thermometer befindlichen Abstandes zwischen Sied- und Frostpunkt.**

Exempel. Gewöhnlich wird der Siedpunkt von den englischen Künstlern bey 30 Engl. Zoll Barometerhöhe bestimmt. Nun betragen 30 Engl. Zoll 28 Zoll 1,8 Linie nach Paris. Maß, folglich 13,8 Linien mehr als 27 Paris. Zoll. Für ein solches Thermometer ist also $a = 13{,}8$ Linien. Einer Pariser Linie Veränderung gehöret folglich $\frac{1}{1134 + 13{,}8}$ oder etwa $\frac{1}{1148}$ Aenderung des Siedpunktes zu. Nach der Fahrenh. Skale macht dieß $\frac{180}{1148} = \frac{45}{287}$ Grade, mithin wird die Aenderung für 13,8 Linien $= 13{,}8 \cdot \frac{45}{287} = 2{,}16$ Grade. Hiernach würde also folgen, daß der Siedpunkt bey 27 Paris. Zoll Barometerhöhe um 2,16 Fahrenh. Grade geringer, als bey 30 Engl. Zoll Barometerhöhe wäre, d. h. der Siedpunkt des de Lüc'schen Thermometers würde mit 209,84 oder beynahe mit 210 Grade der englischen Thermometer übereinstimmen.

Herr

Herr de Lüc *) wiederhohlte diese Untersuchungen im Jahre 1765 auf den Gebirgen zu Faucigny etwas genauer, und bediente sich zur Bestimmung der Siedhitze des Wassers auf Bergen eines eigenen Apparates. Er fand, daß seine gegebene Regel bey großen Barometerveränderungen nicht mehr zutreffe; daher gab er sich außerordentliche Mühe, das wahre Gesetz aus seinen Beobachtungen abzuleiten, so daß es mit den Barometerveränderungen in einer genauen Verbindung stehe. Endlich fand er folgende Formel, bey welcher der Buchstabe b den Barometerstand in Sechzehntheilen der Pariser Linie bedeutet, und die Siedhitze in Graden der bey 27 Zoll Barometerhöhe bestimmten Skale von 80 Graden ausgedruckt wird.

A) Siedhitze $= \frac{99}{2}$ log. b — 103,87.

Exempel. Es sey die Barometerhöhe b = 28 Zoll 5 Linien = 5756 Sechzehnth. der Linie. Hiervon nehme man den Logarithmen hundertfach, also

$$
\begin{aligned}
100 \log. b &= 373{,}68744 \\
\log. b &= 3{,}73687 \\
\hline
99 \log. b &= 369{,}95057 \quad : 2 \\
\hline
\tfrac{99}{2} \log. b &= 184{,}97528 \\
&- 103{,}87 \\
\hline
\text{Siedhitze} &= 81{,}10 \text{ Grade.}
\end{aligned}
$$

Des Herrn de Lüc's Beobachtungen, welche unter dem natürlichen Drucke der Atmosphäre angestellet sind, erstrecken sich nur von $28\frac{1}{2}$ Zoll Barometerhöhe bis 19 Zoll 7 Linien 15 Sechzehntheile. Herr Gren β) hat sich Mühe gegeben sie auf ein Thermometer zu reduciren, das bey 28 Zoll Barometerhöhe bestimmt worden wäre. Seine Rechnungen gaben ihm folgende Resultate:

 28 Zoll

*) Untersuchungen über die Atmosphäre. Th. II. §. 857 f.

β) Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. S. 378.

Barometerstand	Siedhitze	Barometerstand	Siedhitze
28 Zoll 5 Lin. 2 Sechz.	80,30° R.	26 Zoll 3 L. 15 Sechz.	78,73
28 — 5 — ——	80,29	25 — 11 - 7 —	78,42° R.
28 — 2 — 4 —	80,14	25 — 10 - 9 —	77,44
28 — 1 — 2 —	80,03	25 — 5 - 15 —	77,04
27 — 11 — ——	79,94	24 — 1 - 1 —	76,70
27 — 10 — ——	79,90	23 — 8 - 2 —	76,40
27 — 9 — 7 —	79,84	23 — 4 - 6 —	76,14
27 — 6 — 7 —	79,61	22 — 11 - 14 —	75,80
27 — 5 — 3 —	79,53	21 — 10 - 7 —	74,74
27 ——— 5 —	79,22	20 — 4 - 15 —	73,21
26 — 8 — 14 —	78,93	19 — 7 - 15 —	72,50
26 — 4 — 15 —	78,83		

Herr de Lüc gibt noch eine andere Formel an, welche sich auf Betrachtung physischer Ursachen des Phänomens, auf einen ungemein mühsamen Versuch und auf ein Paar Voraussetzungen gründet. Die Ursachen der verschiedenen Siedhitze sind verschieden, weil die Hitze, bey welcher das Wasser kochen sollte, durch den Druck der Atmosphäre und zugleich durch den Verlust an Wärme, welchen die der Luft ausgesetzte Oberfläche erleidet, vermindert wird. Den Versuch stellte Herr de Lüc durch ein von ihm selbst verfertigtes Wasserthermometer an, welches sehr viele Arbeit erforderte. Ohne allen Druck und Verlust an Wärme kochte das Wasser bey 78 Graden. Die angenommenen Voraussetzungen waren diese: die Verstärkung der Siedhitze durch den Druck der Atmosphäre verhalte sich direct, und der Verlust der Wärme umgekehrt, wie der Druck. Seine mühsamen Untersuchungen leiteten ihn endlich auf folgende Formel, bey welcher b den Barometerstand in Linien andeutet:

$$\text{B) Siedhitze} = 78 + 0{,}03642 \, . \, b - \frac{3175{,}2}{b} \text{ Grad.}$$

Exemp. Es sey b = 28 Zoll 5 Linien = 341 Linien, so wird das zweyte Glied der Formel = 12,41922 und das dritte = 9,3, folglich die Siedhitze = 78 + 12,41922 — 9,3 = 81,1 gerade wie vorhin.

Herr

Herr Luz α) hat nach diesen Formeln folgende Tabelle berechnet:

b	Siedhitze	b	Siedhitze	b	Siedhitze
336	80,78	324	80,00	313	79,26
335	80,72	323	79,93	312	79,19
334	80,65	322	79,87	311	79,12
333	80,59	321	79,80	310	79,05
332	80,53	320	79,73	309	78,98
331	80,46	319	79,67	308	78,91
330	80,40	318	79,60	307	78,84
329	80,33	317	79,53	306	78,77
328	80,26	316	79,46	305	78,70
327	80,20	315	79,40	304	78,63
326	80,13	314	79,33	303	78,66
325	80,10				

Nach diesen Formeln steht der Siedpunkt der englischen Thermometer um 0,9 Reaum. oder um 2,02 Fahrenh. Grade höher, als der an de Lüc's Thermometern. Daher stimmen eigentlich 209,98 Fahrenh. Grade an den engl. Thermometern mit 80 an de Lüc's seinen überein. Horsley β) findet 209,989, wofür man 210 annehmen kann.

Obgleich die beyden Formeln A) und B) für die von de Lüc angegebenen Grenzen der Barometerhöhen ziemlich genau zusammentreffen, wie die von ihm §. 1088 berechnete Tabelle zeiget, so kann man daraus doch keinesweges schließen, daß sie wirkliche Naturgesetze ausdrucken. Vielmehr kann man mit Sicherheit behaupten, daß sie dieß in der That nicht thun. Denn für 6 Linien Barometerhöhe würden beyde Formeln einen negativen Werth geben, mithin den Siedpunkt unter den Eispunkt bringen, welches widersinnig wäre. Herr Gren wünschte daher Erfahrungen über die Grade des Siedpunktes bey niedrigern Barometerhöhen, als sie der Herr de Lüc hat, zu erhalten. Versuche dieser Art hat zwar schon Herr Achard γ) unter der Glocke der Luftpumpe

α) Vollständige Anweis., Thermometer zu verfert. Nürnb. 1781. 8.
β) Philosoph. Transact. Vol. LXIV. n. 30.
γ) Ueber das Verhältniß zwischen dem Drucke der Luft auf die Oberfläche der Flüssigkeiten und dem Grade der Wärme, den sie beym Kochen erhalten, in s. Samml. phys. chem. Abhandl. B. I. Berlin 1784. S. 213 u. f.

angestellt, dabey aber auf den Druck der äußern Luft gegen die Quecksilbersäule seines Elaterometers Acht zu haben, und den jedesmahligen Barometerstand beym Versuche zu bemerken, gänzlich vergessen. Dieserwegen waren seine Resultate zur Bestimmung der absoluten Elasticität ganz unbrauchbar; auch wurde er aus diesen Versuchen auf die ganz irrige Folge geleitet, daß der Grad der Siedhitze des Wassers im geraden Verhältnisse der Verdichtung oder der absoluten Elasticität der Luft stehe. Herr Gren *) unternahm es daher eigene Versuche anzustellen. Zu dem Ende brachte er unter eine geraumige Glocke eine 10 Zoll lange heberförmige Barometerprobe, deren Skale in Pariser Zolle und Linien getheilet war; daneben stellte er ein Glas mit kochendem Wasser auf den Deckel eines Pappencylinders, damit es durch Berührung mit dem Teller nicht so schnell abkühlen möchte. In das Wasser hing er ein sehr empfindliches von Herrn Renard verfertigtes Quecksilberthermometer ohne Gestell, dessen Siedpunkt bey 28 Zoll Barometerhöhe bestimmt war. Von mehreren Personen beobachtete die eine den Thermometerstand beym Sieden des Wassers, die zweyte den Stand des Quecksilbers in dem einen Schenkel des Barometers, eine dritte den im andern Schenkel, und eine vierte schrieb die angesagten Zahlen auf.

Hatte man die Luft unter der Glocke so weit verdünnt, daß das Wasser zu kochen anfing, so sank das Barometer während des Kochens immer noch um einige Linien herab, ohne daß mit der Verdünnung fortgefahren wurde. Die Ursache davon lag in der Zersetzung der ausgehenden Wasserdämpfe durch ihre Berührung mit der Glocke und dem übrigen Apparate, wodurch das Fluidum unter der Glocke nothwendig eine geringere Elasticität erhalten mußte. So fiel auch während des Siedens das Thermometer schneller als sonst, weil zu der fortdauernden Abkühlung des Wassers noch die durch Verdampfung hervorgebrachte hinzu kam. Durch diese Umstände war Gren genöthiget, den Stand des Barome-

*) Neues Journal der Physik, B. 1. Heft 2. S. 184 u. f.

rometers und Thermometers so zu bestimmen, wie sie beym ersten Augenblicke, in welchem das Wasser zu kochen anfing, Statt fanden.

Bey Barometerhöhen über 10 Grade, wozu die Barometerprobe nicht zureicht, wird die Elasticität der Luft unter der Glocke am besten durch den Stand des Quecksilbers gemessen, welches in einer mit dem Raume der Glocke communicirenden Röhre durch den Druck der äußern Luft erhalten wird, indem man den beobachteten Stand in dieser Röhre von dem gleichzeitigen Stande eines in der Nähe befindlichen Barometers abziehet.

Diese Versuche gaben Herrn Gren folgende Resultate:

Barometerstand	Siedgrade des Wassers	Barometerstand	Siedgrade des Wassers
4 Zoll 6,5 Lin.	67° Reaum.	3 Zoll 9 Lin.	43° Reaum.
18 —	56 - 57°	3 — 5 —	42 ——
7 — 8,5 —	55,8	3 — 2 —	45,25
7 — — —	54	3 — 1 —	40
6 — 1 —	51,5	2 — 11 —	39 bis 39,5
5 — 5,5 —	50,5	2 — 9 —	38
5 — 3 —	49	2 — 3 —	35
5 — 2 —	48,5	2 — 1 —	33,75
4 — 10 —	47 - 47,5	1 — 11 —	32
4 — 4 —	45,5	1 — 9 —	31
3 — 11 —	44	1 — 6 —	29,5

Wenn man diese Resultate mit den Erfahrungen des Herrn Betancourt über die absolute Elasticität der Wasserdämpfe vergleichet (m. s. Dämpfe. Th. I. S. 655. noch vollständiger in Grens neuem Journ. der Physik. B. IV. Heft 2. S. 212 f.), so findet man sie mit diesen ziemlich genau übereinstimmend. Die geringen Abweichungen, welche zwischen beyden noch Statt finden, sind den unvermeidlichen Fehlern bey den Beobachtungen zuzuschreiben. Hierauf folgt nun das allgemeine Gesetz: daß die absolute Elasticität der Wasserdämpfe in jedem Siedgrade dem jedesmahligen Barometerstande gleich, welche beym Kochen des Wassers Statt hat, oder welches auf eins hinaus läuft, der Druck, welchen die Oberfläche des sieden-

den Wassers leiden muß, ist der absoluten Elasticität der Wasserdämpfe gleich. Dieß Gesetz ließ sich schon aus der Theorie erwarten, indem die Permanenz und Entstehung der Wasserdämpfe nicht anders bestehen können, als wenn ihre Elasticität mit dem Drucke der Luft das Gleichgewicht hält.

Nun stellte Herr Gren eine Vergleichung seiner Resultate mit den Siedegraden an, welche für gleiche Barometerhöhen durch Berechnung aus Herrn de Lüc's Formel A) erhalten werden, welche folgendes gab:

Barometerstand		Siedegrade beobachtet	Siedegrade berechnet	Unterschied
14 Zoll	6,5 Lin.	67°	66,7	— 0,30
7 —	0 —	54	50,98	— 3,02
3 —	11 —	44	38,5	— 5,50
2 —	9 —	38	30,9	— 7,10
2 —	3 —	35	26,58	— 8,42
1 —	11 —	32	23,13	— 8,87
1 —	6 —	29,5	17,86	— 11,64

Die vierte Columne zeiget, daß die berechneten Siedegrade nach de Lüc's Formel bey niedrigern Barometerhöhen zu klein ausfallen, und daß dieser Irrthum desto größer werde, je niedriger die Barometerhöhe oder je geringer der Druck angenommen wird. Dieser Unterschied wird noch beträchtlicher, wenn man die berechneten Siedegrade auf des Herrn Gren Thermometer reduciret, bey welchem der Siedpunkt beym 28 Zoll hohen Barometerstand ist bestimmt worden. Es sind daher die de Lüc'schen Formeln nicht weiter brauchbar, als in den bestimmten Grenzen, auf welche sie Hr. de Lüc erstreckte. Uebrigens s. m. den Artikel, Dämpfe (Th. I. S. 755 u. f.). Nach der daselbst angeführten Formel des Herrn Prony für die absolute Elasticität des Wasserdampfes $z = \mu_{,,} \varrho_{,,}^{f} + \mu_{,,,} \varrho_{,,,}^{f}$ findet man beym Barometerstande $f = 1\frac{1}{2}$ Zoll

$$\log. (\mu_{,,} \varrho_{,,}^{f}) = 0{,}9673262 - 1$$

$$\log. (\mu_{,,,} \varrho_{,,,}^{f}) = 0{,}9550352 - 1$$

Ersterem Logarithmen gehöret die Zahl 0,9275 und
anderm —— —— —— —— 0,9291

Summe 1,7566

Diese

Diese Summme kommt also ziemlich genau mit des Herrn Gren gefundenen Resultaten überein, indem hierzu etwa 31 Grad nach Reaum. gehören.

Durch Vergrößerung des Drucks kann das Wasser sehr große Grade der Hitze annehmen. Musschenbroek [α]) führet an, er habe in einem starken Papinischen Digestor das Wasser so sehr erhitzt, daß Zinn und Bley an kupfernen Dräthen befestiget darin geschmolzen sey, dazu eine Hitze von 400 bis 500 Grade nach Fahrenh nöthig ist. Vielleicht, setzt er noch hinzu, könne man das Wasser in einem Gefäße, wenn es stark genug verfertiget werden könne, einen so starken Grad der Hitze annehmen lassen, als nur das Eisen im Feuer erlangen könne.

Weil durch den Druck der Siedpunkt des Wassers erhöhet wird, so müssen diejenigen Wasserschichten in einem Gefäße, worin das Wasser kocht, eine größere Hitze besitzen, welche dem Boden näher liegen, weil sie von den darüber liegenden Schichten gedruckt werden. Würde also die ganze Wassermasse gleichförmig erhitzt, so müßten auch die obern Schichten eher zu kochen anfangen, als die untern, bey welchen der größere Druck der Bildung des Dampfes mehr entgegen ist. Da man aber fast nie eine gleichförmige Erhitzung bewirken kann, so werden diejenigen Theile zum Sieden kommen, welche dem Feuer am nächsten sind. Steht das Gefäß über dem Feuer, so sind diese Theile die untern Wasserschichten; steht es aber am Feuer, so sind es gewöhnlich die obersten. Dieß ist der Grund, warum das Wasser, wenn es über dem Feuer steht, in dem Augenblicke, da die oberste Schichte zu kochen anfängt, steigt und überläuft, da es hingegen in den Gefäßen, welche am Feuer stehen, eine geraume Zeit auf der Oberfläche kocht, ehe es zu steigen anfängt.

Aristoteles [β]) hatte bemerkt, daß man ein dünnes Gefäß mit siedendem Wasser vom Feuer wegnehmen, und den Boden

[α]) Introduct. ad philosoph. natur. §. 1473.
[β]) Problem. sect. XXIII. §. 5.

Boden mit der Hand berühren könne, ohne sie zu verletzen. Diese Bemerkung wird auch in den Schriften der Pariser Akademie a) angeführet mit dem Zusatze, daß das Gefäß und der Boden dünn seyn müsse, auch daß die Hand nur so lange nicht verbrannt werde, so lange das Kochen des Wassers anhalte. Unmittelbar nach aufgehörtem Sieden wird der Boden unerträglich heiß. Dieses Phänomen wird von Homberg sehr hypothetisch erkläret: die Feuertheilchen, welche wie spitzige Pfeile durch das Gefäß und Wasser von unten hinauf gehen, könnten die Hand so lange nicht verletzen, bis die untern Gänge der Feuertheilchen verstopft würden, d. h. bis das Wasser zu sieden aufhöre, in welchem letztern Falle die spitzigen Pfeile genöthiget würden, wieder nach allen möglichen Richtungen, mithin auch gegen die Hand sich hin zu wenden. Nicht mehr sagen auch Nollet, Brisson, Musschenbroek u. a. Richtiger scheint diese Erscheinung auf folgendem zu beruhen. So lange das Sieden mithin die Dampfbildung im gleichen Grade fortdauert, so muß auch gleich viel Wärme latent gemacht werden. Da nun von außenher weiter keine Wärme hinzukommt, so wird diejenige freye Wärme, die sich im Boden des Gefäßes befand, zu der Verdampfung mit verwendet, oder doch wenigstens erfordert, das Wasser im Sieden zu erhalten, folglich kann sie auch der Hand nicht fühlbar werden, oder sie nicht verletzen, bis das Sieden aufhöret, und die Ursache wegfällt, warum die Wärme nicht mehr latent gemacht wird. Wäre aber der Boden zu dick, so werden sich auch die Folgen dieser Operation, welche an der innern Fläche vorgeht, nicht bis zur äußern erstrecken können, folglich wird diese ihre ganze freye Wärme behalten, und der Hand mittheilen können.

M. s. *Musschenbroek* introductio ad philos. natural. Tom. II. §. 1455 seq. de Lüc Untersuchungen über die Atmosphäre rc. a. d. Franz. Leipzig 1778. 8. Th. I. S. 600. Th. II. S. 427 u. f. Gren Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. S. 377 f.

Sied-

a) Histoir. de l'Academ. roy. de Paris 1703. p. 30.

Siedpunkt s. Sieden, Thermometer.

Silber (argentum, argent) ist ein edles Metall von einer sehr schönen weißen Farbe, und einem sehr starken Glanze. Von den Alchymisten ist es luna oder diana genannt, und mit ☽ bezeichnet worden. Sein specifisches Gewicht in Vergleichung mit dem des Wassers ist nach Bergmann 10,552. Die Dehnbarkeit dieses Metalles ist ungemein groß, so daß man es hierin gleich nach dem Golde folgen lassen kann. Es werden daraus die feinsten Blättchen und der zarteste Drath bereitet. Zwar bekömmt es auch beym fortgesetzten Hämmern Risse, läßt sich aber durch Glühen leicht wieder geschmeidig machen. Sonst nahm man die Festigkeit des Silbers geringer an, als die vom Golde, weil nach Musschenbroek's Versuchen ein Silberdrath von 0,1 Zoll nicht viel mehr als 270 Pfund tragen konnte, da ein Golddrath von gleicher Stärke auf 500 Pfund trug. Allein nach des Grafen von Sickingen genauern Versuchen ist die Festigkeit des Silbers größer, indem ein Silberfaden von $\frac{3}{20}$ Linien Dicke und 2 Fuß Länge erst von 20 Pfund 11 Unzen riß, da ein gleich großer Goldfaden nur 16 Pfund 9 Unzen trug. Uebrigens ist die Härte und Elasticität des Silbers größer, als die vom Golde, aber geringer, als die vom Kupfer. Es hat keinen Geschmack und keinen Geruch.

Das Silber kömmt bey einer etwas geringern Hitze, als das Gold, in Fluß. Es schmelzt nähmlich erst in der Weißglühehitze, welche man auf 1000° Fahrenh. schätzt. Beym ganz langsamen Erkalten nimmt es auch wohl ein regelmäßiges Gefüge an, und krystallisirt sich nach Tillet und Mongez in vierseitigen Pyramiden, und schon Baumé hatte federartige Krystalle auf der Oberfläche des plötzlich erstarrten Silbers wahrgenommen. Im Feuer ist es ziemlich feuerbeständig. Kunkel fand nach einem anhaltenden und über einen Monat dauernden Schmelzen desselben im Glasofen nur einen Abgang von wenigen Graden. Macquer beobachtete aber in dem Brennpunkte eines großen Brenn-

Brennglases die wirkliche Verflüchtigung desselben, und nahm dabey einen wirklich aufsteigenden Dampf gewahr, welcher eine darüber gehaltene Goldplatte schön versilberte. Auch will Herr **Tillet** im Ofenfeuer die Verflüchtigung des Silbers bemerket haben, so wie auch **Ehrmann** dieselbe vor dem Löthrohr mit Lebensluft beobachtete.

Beym Zugange der freyen Luft läßt sich das Silber im heftigsten Glühefeuer nicht verkalken. Und obgleich **Junker** behauptet, das Silber durch anhaltende Reverberirung in eine verglasungsähnliche Asche verwandelt zu haben, so sind doch erst noch genauere Versuche nöthig, ehe die Verkalkung und Verglasung des Silbers mit Gewißheit angenommen werden kann. Auch wirken weder Luft noch Wasser auf das Silber, und es ist daher keinem Rösten unterworfen. Von brennbaren Dämpfen aber leidet es auf seiner Oberfläche, und läuft davon unter mancherley Farben an.

Das Silber wird von allen mineralischen Säuren angegriffen, am stärksten aber von der Salpetersäure. Von dieser wird es auch schon in der Kälte mit Aufbrausen und Erhitzen aufgelöset, wobey sich Salpetergas entwickelt. Die Auflösung selbst ist völlig klar und ungefärbt, wenn das Silber kein Kupfer enthielt, in welchem Falle sie grünlich oder bläulich aussieht. Sie ist sehr ätzend, von Geschmack bitterlich und scharf, und färbt die Haut, Haare und andere thierische Theile schwarz, und, wenn sie verdünnt ist, purpurroth. Wenn die Auflösung des Silbers mit concentrirter Salpetersäure gemacht ist, oder wenn sie gehörig abgedampft wird, so schießt sie in der Kälte zu Krystallen an, welche weiß, glänzend, durchsichtig, dünne und tafelförmig sind, und gewöhnlich **Silberkrystalle**, nach der neuern Nomenklatur **salpetersaures Silber** (argentum nitricum, crystalli lunae, nitras argenti, nitrate d'argent) genannt werden. Sie schmecken äußerst scharf, bitterlich und ätzend, sind luftbeständig, und ziehen nur alsdann Feuchtigkeiten an, wenn sie mit Säure übersetzet sind.

sind. Dieß salpetersaure Silber fließt schon bey einer gelinden Wärme, verliert dabey sein Krystallisationswasser, und wird schwarz. Durchs Erkalten entsteht daraus der so genannte **Höllenstein** oder **Silberätzstein** (lapis infernalis, causticum lunare). Durch die Laugensalze werden aus der Silberauflösung Silberkalke niedergeschlagen; der mit Kalkwasser gefällte Niederschlag gibt mit ätzendem Salmiakgeist bereitet das so genannte **Knallsilber**. M. s. **Knallsilber**.

Die Schwefelsäure verbindet sich mit dem Silber nur dann, wenn sie concentrirt und im Sieden ist, wobey sich Schwefelgas entwickelt. Die Auflösung schießt beym Erkalten zu kleinen, nadelförmigen, weißen Krystallen an, die gewöhnlich **Silbervitriol**, nach der neuern Nomenklatur **schwefelsaures Silber** (argentum sulphuricum s. vitriolatum, vitriolum lunae, sulphas argenti, sulfate d'argent) genannt werden. Ungeachtet das Silber von der Salpetersäure mehr als von der Schwefelsäure angegriffen wird, so ist doch der Silberkalk mit dieser näher verwandt. Man erhält also das schwefelsaure Silber auf folgende Art sehr leicht und bequem, wenn man zu der Silberauflösung in Salpetersäure concentrirte Schwefelsäure tröpfelt, wobey es sogleich als ein weißer gepulverter Niederschlag sich zeiget.

Die gemeine Salzsäure greift das regulinische Silber nicht an. Sie schlägt aber das Silber aus der Auflösung in Salpetersäure in Gestalt eines weißen flockigten Körpers nieder, welcher gewöhnlich **Hornsilber** (luna cornua), sonst auch **salzsaures Silber** (argentum muriaticum, murias argenti, muriate d'argent) genannt wird. Auch entstehet das Hornsilber durch alle salzsaure Neutral- und Mittelsalze aus der salpetersauren Silbersolution. Im Wasser ist es sehr schwer auflöslich, und am Tageslichte so wie im Sonnenscheine wird es, auch selbst unter dem Wasser und in verschlossenen Gläsern weit eher schwarz, als das schwefelsaure Silber; nicht aber, wenn es im Dunkeln steht,

wie

Scheele bemerkte. Scheele schloß daraus, daß das Licht Brennstoff enthalte. Es ist ungemein leichtflüssig und bildet nach dem Schmelzen eine bräunlich graue durchscheinende zähe Substanz, die sich wie Horn biegen und schneiden läßt. Für sich allein läßt sich die Säure nicht daraus durch die Hitze austreiben. Irdene Schmelztiegel durchdringt es beym Zusammenschmelzen sehr leicht. Die Reduktion des Silbers aus dem Hornsilber ist sehr mühsam, und geräth nur auf trockenem Wege besonders durch Hülfe der fixen Alkalien.

Das salpetersaure Silber oder die wässerige Auflösung derselben dienet als Mittel, die Gegenwart der Salz- und Schwefelsäure bey Untersuchung der mineralischen Wässer zu entdecken, weil dadurch sogleich und mit vieler Leichtigkeit ein Hornsilber oder ein schwefelsaures Silber niederschlägt. Durch einige Metalle, welche mit der Salpetersäure näher verwandt sind, besonders durch Kupfer, wird das Silber aus seiner salpetersauren Auflösung in metallischer Gestalt niedergeschlagen.

Die meisten übrigen Säuren greifen zwar das regulinische Silber nicht an, allein der Silberkalk wird von ihnen aufgelöset. Die ätzenden feuerbeständigen Alkalien greifen das Silber weder auf dem nassen noch auf dem trockenem Wege an, und lösen auch das kalkförmige nicht auf; Ammoniak hingegen löset den Silberkalk völlig auf.

Der Schwefel verbindet sich mit dem Silber sehr gern, wenn man ihn damit zusammenschmelzt. Das Gemisch stellt ein künstliches Glaserz vor, und nimmt im Gießen ungemein feine Eindrücke an. Durchs Rösten oder durch die Wirkung des Feuers beym Zutritte der Luft läßt sich der Schwefel rein davon vertreiben, so wie auch und zwar noch geschwinder durchs Verpuffen mit Salpeter. Das Silber bleibt in beyden Fällen unverändert zurück. Auch die Salpetersäure scheidet bey hinzukommender Wärme das Silber vom Schwefel ab. Mit der Schwefelleber vereiniget sich das Silber auf dem trockenen Wege ebenfalls, und läßt sich alsdann im Wasser auflösen. Auf nassem Wege macht die

Schwe-

Schwefelleber das Silber ganz schwarz, so wie auch das hepatische Gas.

Mit den Metallen läßt sich das Silber verbinden. Vorzüglich wird es zum Ausmünzen und zu anderen Kunstarbeiten mit Golde und Kupfer versetzet. Das Bley bemächtiget sich des Silbers sehr leicht, wenn es mit anderen Metallen z. E. Eisen oder Kupfer vermischt ist; dieserwegen gebrauchet man das Bley, um das Bley durch Saigern und Feinbrennen von den anderen Beymischungen zu reinigen. Das Bley selbst aber wird von dem Silber durchs Abtreiben d. i durch Verschlackung des Bleyes im Feuer geschieden, wobey das Silber als ein feuerbeständiges Metall rein und unverändert zurückbleibt.

In der Natur findet man das Silber entweder gediegen, oder verlarvt, oder vererzt. Das gediegene Silber ist gemeiniglich mit etwas wenigem Golde und Kupfer vermischt. Weit mehr findet es sich mit Schwefel und Arsenik verlarvt, und mit Eisen, Kupfer und anderen Metallen durch Hülfe mineralischer Säuren vererzt. Das **Glaserz** ist eine Verbindung des Schwefels mit dem Silber, die keine bestimmte Figur und fast die Farbe, Weiche und Schmelzbarkeit des Bleyes besitzet. Im **Arseniksilber** ist es mit Eisen und Arsenikmetall verbunden. Das gemeine **Hornerz** enthält es mit Eisen, Salzsäure und Schwefelsäure, Thon- und Kalkerde, so wie das **Rothgültigerz** mit Schwefel, Spießglanzmetall und Schwefelsäure, und endlich das **Weißgültigerz** mit Kupfer, Eisen, Arsenik und Schwefel vererzt. Uebrigens gibt es auch viele andere Erze, welche das Silber enthalten, in welchen aber von den anderen Metallen eine weit größere Menge gewonnen wird, und daher den Nahmen der Silbererze nicht führen, wie z. B. der Bleyglanz, die silberhaltige Pechblende u. s. f.

Der Gebrauch des Silbers ist noch weit ausgebreiteter als der des Goldes. So wird es sehr häufig zum Ausmünzen der verschiedenen Geldsorten verarbeitet, um hiermit die verschiedenen Werthe unserer nöthigen Bedürfnisse verhält-

nißmäßig zu vergüten. Ueberdem dienet es wegen seiner Schönheit und Dauer zu mancherley Geräthschaften, so wie zur Versilberung mancher Körper, um diese dadurch für den Einfluß anderer äußerer Ursachen zu schützen. Besonders wird es noch zum löthen der Gold- Silber- und Stahlarbeiten und zur Verfertigung des in der Wundarzeneykunst gebrauchten Aetzsteins verwendet.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. III. Halle, 1795. 8. §. 2352 f. Dessen Grundriß der Chemie. Th. II. Halle, 1797 8. §. 129 f. Macquer chymisches Wörterbuch: Artikel Silber, Silbererze.

Silberbaum s. Dianenbaum.

Silberglätte, Bleyglätte s. Bley.

Silurus electricus s. Zitterfische.

Similor s. Kupfer.

Sinne (sensus, sens) sind besondere natürliche Einrichtungen bey thierischen Körpern, wodurch Eindrücke von äußern Gegenständen auf sie gemacht werden können, um damit übereinstimmende Vorstellungen und Empfindungen in der Seele hervor zu bringen. Die Anzahl der Sinne ist bekanntlich fünf, von welchen die Artikel: Gesicht, Gefühl, Gehör, Geruch, Geschmack nachgesehen werden können. Wenn die äußern Eindrücke auf die Sinne in der Seele übereinstimmende Empfindungen hervorbringen sollen, so wird nothwendig erfordert, 1) daß äußere Werkzeuge vorhanden seyn müssen, welche den Eindruck aufnehmen, und welche Sinneswerkzeuge (organa sensuum) heißen, und 2) daß durch ihre Verrichtung eine davon abhangende Veränderung in dem eigentlichen Organ der Seele vorgehe. In der That ist es nicht leicht, die eigentliche Wirkungsart der Sinneswerkzeuge genau zu bestimmen; bey genauerer Betrachtung eines jeden der fünf Sinne läßt sich aber sehr wahrscheinlich vermuthen, daß in den Werkzeugen eine der äußern Thätigkeit der Gegenstände völlig ähnliche Thätigkeit vorgehe, wodurch die Nerven die Eindrücke der Gegenstände erhalten, und von diesen der Seele zuge-

zugeführet werden. Wie dieß letzte geschehe, ist für uns ein Geheimniß.

Die vormahls aufgeworfene Frage, ob es mehr als fünf Sinnne gebe? hier zu beantworten, ist unnöthig, da dieß mehr in die Physiologie als hierher gehöret. Nur muß ich hier noch einer besondern Erfahrung des Herrn **Spallanzani** bey den Fledermäusen anführen, aus welcher er außer den fünf Sinnen noch einen andern bey diesen Thieren anzunehmen glaubte *). Er blendete sie theils durch glühende Nadeln oder völliges Herausnehmen der Augen, theils auch durch geschmolzenes Siegellack. Darauf fand er, daß sie noch eben so munter, als sonst, fliegen, allen ihnen im Wege stehenden Gegenständen eben so geschickt ausweichen, und überhaupt alle nur mögliche Wendungen im Fluge, gerade wie die Sehenden, verrichten. Die Versuche des **Spallanzani** hierüber werden von **Vassali**, **Rossi** in Pisa und **Senebier** bestätiget; auch führet **Vassali** noch diese Bemerkung an, daß sich die geblendeten Vipern fast eben so in ihren Bewegungen, wie die Fledermäuse, verhalten. Man fiel zwar auf die Vermuthung, ob nicht einer von den vier übrigen Sinnen bey den Fledermäusen so fein wäre, daß ihr so geschickter Flug davon abgeleitet werden könne; allein alle Versuche scheinen diese auf keine Weise zu bestätigen.

Sisometer, Erdbebenmesser s. **Erdbeben**.

Smalte s. **Kobalt**.

Soda s. **Laugensalze**.

Solstitialpunkte s. **Sonnenwenden**.

Solution s. Auflösung.

Sommer (aestas, eté) ist eine von den vier Jahreszeiten, welche zwischen den Frühling und Herbst fällt, ihren Anfang am längsten Tage nimmt, an welchem die Sonne zu Mittage am höchsten stehet, und sich mit dem

*) Ueber einen muthmaßlich neuen Sinn der Fledermäuse aus Brugnatelli biblio. fisica übers. in Grens neuem Journal der Physik, B. I. S. 399 f.

Tage der Herbstnachtgleiche endiget. In der nördlichen gemäßigten Zone wird sein Anfang beym Eintritte der Sonne in den Krebs, und sein Ende bey dem in die Wage bestimmt. Mithin fängt er sich um den 21ten Juni am längsten Tage an, und endiget sich um den 23ten September. M. s. **Ekliptik.** In der gemäßigten südlichen Zone hat die Sonne am Mittage ihren höchsten Stand und der Tag ist am längsten, wenn die Sonne in den Steinbock tritt. Es fängt sich also hier der Sommer mit dem längsten Tage um den 21ten December an, und hört mit der Nachtgleiche um den 20ten März auf.

Was die heiße Zone betrifft, so gibt es daselbst jährlich zwey Tage, an welchen die Sonne durch den Scheitel geht, und folglich am Mittage den höchsten möglichsten Stand erreichet. Der eine dieser Tage fällt vor dem Eintritte der Sonne in den Krebs oder Steinbock, der andere nach demselben. Wollte man also hiernach den Sommer bestimmen, so würde es daselbst jährlich zwey Sommer geben Allein es ist schon unter dem Artikel, **Jahreszeiten**, angeführet worden, daß die Eintheilungen der Jahreszeiten für die heiße Zone nicht Statt haben kann.

Selbst im gemeinen Leben, wo bey verschiedenen Jahreszeiten nicht so genau auf den Stand der Sonne Rücksicht genommen wird, versteht man unter dem Sommer denjenigen Zeitraum, da die Tage am längsten sind, und die Früchte durch die stärkere Sonnenwärme zur Reife gebracht werden.

Sommerpunkt (punctum solstitii aestiui, solstice d'eté) heißt bey uns derjenige Punkt der Ekliptik, in welchem die Sonne bey ihrem jährlichen scheinbaren Umlaufe um die Erde die größte nördliche Abweichung hat, und in den sie zu Anfange unseres Sommers oder um den 21ten Juni kommt. Für die nördlichen Länder steht sie in diesem Punkte gerade am höchsten, und bestimmt daher bey ihnen den längsten Tag und die kürzeste Nacht. Es ist dieser Punkt der Anfang des Zeichens des Krebses, wiewohl dieß Sternbild

bild diese Stelle schon verlassen hat, und anjeßt der Sommerpunkt in das Sternbild der Zwillinge fällt nahe vor die Füße des Castor. Es ist dieser Sommerpunkt von dem Frühlingspunkte oder von dem Anfange der Ekliptik mit dem Aequator um 90° entfernet; daher beträgt seine Länge und gerade Aufsteigung gerade 90° oder 3 Himmelszeichen; seine Abweichung hingegen ist nördlich und der Schiefe der Ekliptik gleich. M. s. **Schiefe der Ekliptik.** Durch diesen Sommerpunkt geht der Wendekreis des Krebses mit dem Aequator parallel. M. s. **Wendekreise.**

Sommersonnenwende s. **Sonnenwenden.**

Sonne (sol, soleil) ist der bekannte von uns gesehene große Himmelskörper, dessen Anwesenheit über dem Horizonte uns das Tageslicht verschafft, die Verbergung desselben aber unter dem Horizonte Dunkelheit herbeyführet. Sein Glanz ist so hell und glänzend, daß alle übrige Himmelskörper dadurch verdunkelt werden. Für uns ist die Sonne der wichtigste und merkwürdigste unter allen Himmelskörpern. Der Einfluß ihrer Wärme ist zum Wachsthum und zur Erhaltung der besonders organisirten Schöpfung unentbehrlich. Von ihrem verschiedenen Stande gegen die Erdfläche hängen die verschiedenen Jahrszeiten ab. Mit einem Worte, sie ist die Quelle so unendlich vieler wohlthätiger Erscheinungen auf unserer Erde, welche zu unserer Erhaltung nothwendig sind.

Die neuere Astronomie hat es außer allem Zweifel gesetzet, daß die Sonne nicht allein unserer Erde Licht zusendet, sondern daß sie überhaupt alle Planeten nebst ihren Monden erleuchte, und daß die Sonne in Verbindung mit den Planeten und ihren Monden und mit den Kometen ein System ausmachet, worin sie die vorzüglichste Stelle einnimmt. Sie ruhet in der Mitte in einem Punkte, um welchen die übrigen Hauptkörper in ihren eigenen Bahnen herum getrieben werden. Es ist also die Sonne der vornehmste Körper im ganzen System, welcher alle übrigen erleuchtet und erwärmet.

Die Sonne erscheinet uns als eine hellglänzende runde Scheibe. Ihr Glanz ist jedoch so groß, daß wir sie ohne Gefahr der Augen nicht bloß mit selbigen betrachten können. Es gibt aber Mittel, sie ohne Beschädigung des Gesichtes zu beobachten, von welchen unter dem Artikel, **Sonnenflecken**. Man hat wahrgenommen, daß sich auf der Sonnenscheibe Flecken befinden, aus deren regelmäßigen Bewegung man geschlossen hat, daß sich die Sonne in $25\frac{1}{2}$ Tagen um ihre Axe drehe. Da sie aber bey dieser Umdrehung beständig rund bleibt, so muß sie eine Kugel oder wenigstens ein kugelähnlicher Körper seyn, indem der Kugel bloß die Eigenschaft zukommt, in allen möglichen Lagen als ein Kreis zu erscheinen.

Daß sich die Sonne ein Mahl des Tages um unsere Erde herum zu bewegen scheinet, wodurch eben Tag und Nacht auf unserer Erde entstehet, ist jedermann bekannt, und in so fern hat sie mit allen übrigen Himmelskörpern eine gemeinschaftliche tägliche Bewegung. Allein eine schon wenig aufmerksame Beobachtung wird gar bald zeigen, daß sie ihren Ort unter den Fixsternen unaufhörlich ändert, und außer der täglichen Bewegung noch eine ganz eigene zu haben scheinet, nach welcher ihr Mittelpunkt der täglichen Bewegung entgegen mithin von Abend gegen Morgen langsam fortläuft, und binnen der Zeit eines Jahres einen völligen Umlauf um den Himmel vollendet. Die Bahn, welche ihr Mittelpunkt dabey zurückleget, erscheinet als ein größter Kreis der Himmelskugel, und hat den Nahmen der **Ekliptik** erhalten. M. s. **Ekliptik**.

Die beyden scheinbaren Bewegungen der Sonne, nämlich die tägliche von Morgen gegen Abend und die jährliche von Abend gegen Morgen lassen sich sehr leicht auf folgende Art begreiflich machen. Man setze, daß sich auf der Kugel (fig. 75.), welche sich beständig nach einerley Richtung um die unveränderliche Axe p q herumdrehe, eine Fliege in c befinde, die dem Pole q näher, als dem Pole p ist. Drehet sich nun die Kugel um die Axe p q, so wird sie nothwendig in einem Kreise c d mit herum geführet, welcher mit dem Aequater

a b

ab parallel gehet, und welcher den täglichen Umlauf der Sonne vorstellet. Indem sich aber die Sonne beständig nach einerley Richtung herum drehet, stelle man sich vor, die Fliege in c gehe langsam nach einer entgegengesetzten Richtung durch ein kleines Stück des schief liegenden größten Kreises ce fort, so wird dieß die eigene oder jährliche Bewegung der Sonne nachahmen, welche langsam gegen Morgen fortrückt, während sie durch die weit schnellere tägliche Bewegung von Morgen gegen Abend zugleich mit dem ganzen Himmel herumgeführet wird. Wenn nun aber auf solche Art c täglich um ein Stück von c nach f fortruckt, so kann es sich auch nicht nach jeder täglichen Umdrehung da befinden, wo es am Anfange derselben war, mithin kommt es bey jeder folgenden Umdrehung nicht wieder in den vorigen Kreis, sondern es scheinet in Spiralen oder Schraubengängen um den Himmel zu laufen, in welchen es sich von cd bis nach eg, und von eg wieder herab bis nach cd windet.

Die alten Astronomen, welche die Erde als unbewegt, und die Sonne als wirklich fortlaufend betrachteten, mußten diese beyden Bewegungen der Sonne als wirklich erkennen, und sie in solchen schraubenförmigen Gängen um die Erde herum laufen lassen. Nach dem copernikanischen Systeme hingegen sind sie nur scheinbar, und es wird die tägliche Bewegung der Sonne durch die tägliche Umwälzung der Erde um ihre Axe, und die jährliche Bewegung der Sonne durch die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne bewirket. M. s. **Erdkugel**. Die neue Astronomie hat nun schon hinreichend bewiesen, daß die copernikanische Vorstellung mit den Gesetzen der Bewegungen der Himmelskörper so genau übereinstimmet, daß man an deren Richtigkeit gar nicht mehr zu zweifeln hat. M. s. **Weltsystem**.

Den erstern Beobachtern des Himmels mußten die Sonnenfinsternisse gar bald belehren, daß die Sonne von der Erde viel weiter entfernet sey, als der Mond. Um aber ihre wirliche Entfernung bestimmen zu können, kömmt es auf die genaue Größe ihrer Parallaxe an. M. s. **Parallaxe**.

Da aber die Sonnenparallaxe sehr klein ist, so gehört ihre Bestimmung zu den allerfeinsten Beschäftigungen der Astronomie. Erst seit 40 Jahren ist man im Stande gewesen, hiervon etwas zuverlässigeres als vormahls fest zu setzen.

Den alten Astronomen fehlten gänzlich die Mittel, die auch nur zur erträglichen Bestimmung des Abstandes der Sonne von der Erde nöthig waren. Man findet verschiedenes hiervon gesammelt beym **Plinius** [α]). So führet er an, daß **Pythagoras** die Entfernung der Erde von dem Monde 126000 Stadien, und die Entfernung vom Monde bis zur Sonne doppelt so groß soll angenommen haben. Nach **Plutarchs** [β]) Erzählung soll **Eratosthenes** den Abstand der Erde von der Sonne auf 804000000 Stadien gesetzet haben.

Der erste, welcher eine in der Theorie gegründete sinnreiche Methode, 260 Jahre vor Christi Geburt, die Entfernung der Sonne von der Erde aus den Beobachtungen der Mondviertel zu schließen, lehrte, war **Aristarch von Samos** [γ]). In dem Augenblicke nämlich, in welchem der Mond gerade zur Hälfte erscheinet, d. i. zur Zeit der Dichotomie (m. s. **Mondphasen**. Th. III. S. 667), bilden die Mittelpunkte der Sonne, des Mondes und der Erde das Dreyeck (fig. 76.) stl, welches beym Monde l einen rechten Winkel besitzet. Wäre nun die Entfernung st unendlich groß, so würde bey der Erde t der Winkel ebenfalls ein rechter seyn, und es würde die Dichotomie Statt finden, wenn die scheinbare Entfernung der Sonne von dem Monde oder der Winkel stl gerade 90° wäre, und so ist er unter dem Artikel, **Mondphasen**, angenommen worden, indem diese Voraussetzung zur gewöhnlichen Bestimmung der Mondphasen hinreichend genau ist. Allein bey genaueren Beobachtungen wird der Winkel t zur Zeit der wahren Dichotomie etwas weniger kleiner, als

α) Histor. natur. lib. II. cap. 21. 23.

β) De placitis philosoph. lib. II. cap. 31.

γ) Περὶ μεγεθῶν καὶ ἀποστημάτων ἡλίου καὶ σελήνης (de magnitudinibus et distantiis solis et lunae) edit. lat. a *Feder. Commandino*. Pisauri 1572. graec. et latin. in *Joh. Wallisii* operibus Vol. III. Oxon. 1699. fol.

als 90° gefunden. Mißt man nun den Winkel t genau, so findet man aus dem Dreyecke s t l die Entfernung

s t = sec a. t × t l.

welche man finden kann, wenn die Entfernung l t des Mondes von der Erde bekannt ist. Aristarch nimmt den Winkel t = 87°, und findet daraus die Entfernung der Sonne von der Erde zwischen 18 und 20 Mahl größer, als die des Mondes von der Erde. Mittelst der trigonometrischen Tafeln würde man sie 19,1 Mahl größer finden, wenn der Winkel t = 87° angenommen würde. Allein in der Ausübung hat es viele Schwierigkeiten, die Zeit der wahren Dichotomie nur mit einiger Genauigkeit zu beobachten, und gleichwohl wird eine sehr geringe Abweichung des Winkels l von einem rechten einen sehr großen Unterschied der Entfernung s t bewirken. Neuere Astronomen haben den Winkel t anders, als Aristarch, gefunden, woraus dann nothwendig andere Resultate entstehen. Der Niederländer Gottfr. Vendelin α) setzt den Winkel t = 89½°, dessen Secante = 229, 18384 ist, woraus folglich die Sonne über 229 Mahl weiter, als der Mond, von der Erde gefunden wird. Diese Methode also, die Entfernung der Sonne von der Erde zu finden, so richtig sie auch in der Theorie ist, kann nur bey ungefährer Schätzung dieser Entfernung, nicht aber zu richtiger und genauer Bestimmung derselben, gebrauchet werden.

Eine andere von Hipparch erfundene Methode, welche sich auf die Beobachtung der Mondfinsternisse gründet, wendete Ptolemäus β) an, um die Entfernung der Sonne von der Erde zu finden. Sie beziehet sich auf den astronomischen Lehrsatz, daß die Summe der scheinbaren Halbmesser der Sonne und des Erdschattens gerade so groß sey, als die Summe der Horizontalparallaxen der Sonne und des Mondes. Aus Beobachtungen setzt Ptolemäus den scheinbaren Halbmesser der Sonne = 15′ 45″, und den des Erdschattens = 40′ 45″, deren Summe 56′ 25″ beträgt. Die Entfernung

α) *Riccioli* almagest. nouum. Tom. I. lib. III. cap. 7. art. 12.
β) Almagest. lib. V. cap. 15.

nung des Mondes von der Erde nimmt er $65\frac{1}{6}$ Erdhalbmesser, welches eine Mondparallaxe von 53′ 35″ voraussetzet. Subtrahiret man nun diese von voriger Summe ab, so bleibt die Größe der Sonnenparallaxe von 2′ 50″ übrig. Des Ptolemäus Verfahren ist aber weitläuftiger, weil er nicht die Mondparallaxe, sondern die Entfernung des Mondes in die Rechnung bringt, und daraus vermittelst der alten Trigonometrie die Sonnenparallaxe = 2′ 57″ findet, aus welcher die Entfernung der Sonne von der Erde 1166 Erdhalbmesser geschlossen wird. Allein es ist ganz unmöglich, den scheinbaren Halbmesser des Erdschattens durch Beobachtung so genau zu bestimmen, daß man daraus die Sonnenparallaxe nur mit einiger Zuverlässigkeit finden könne. Die neuern Astronomen haben daher auch diese Methode für unzuverlässig erkläret, und nach sichern Berechnungen die Entfernung fast 20 Mahl größer herausgebracht.

Nachdem aber seit **Tycho de Brahe** die astronomischen Beobachtungen mit weit größerer Genauigkeit, als vormahls, angestellet wurden, so fiel auch von dieser Zeit an die Größe der Sonnenparallaxe immer kleiner aus. Jedoch nahm sie **Tycho** selbst noch 3′, **Longomontan** hingegen 2′ 40″, **Kepler** 1′, **Hevel** 40″, **Riccioli** 18″ und **Vendelin** 14″ an. Die Bemühungen dieser Astronomen zeigten nun deutlich genug, daß die Sonnenparallaxe sehr klein seyn müsse, und daß ihre genaue Bestimmung sehr feine und mit den besten Instrumenten angestellte Beobachtungen voraussetze. Es verlohnte sich aber allerdings der Mühe, hierauf allen nur möglichen Fleiß zu verwenden; denn wenn man aus einer richtigen Sonnenparallaxe die Entfernung der Sonne von der Erde kennt, so läßt sich erst hiernach die Entfernung aller übrigen Himmelskörper von der Sonne, und hiermit zugleich die Größen im Sonnensystem finden. Es ist folglich die Entfernung der Sonne von der Erde gleichsam der allgemeine Maßstab, wovon die Bestimmungen aller übrigen Größen im Sonnensysteme abhangen. Durch die bekannten Keplerischen Regeln waren

bloß Verhältnisse der Abstände im Sonnensysteme bekannt, und es fehlte daher bloß die richtige Größe der Entfernung der Sonne von der Erde, um jene dadurch ebenfalls zu bestimmen. So wußte man z. B. daß Jupiter $5\frac{1}{5}$ Mahl weiter von der Sonne entfernet sey, als die Erde, allein wie groß diese Entfernung in bekannten Maßen betrage, konnte nicht eher bestimmt werden, als bis die Entfernung der Sonne in solchen Maßen bestimmt war.

Methoden, die Parallaxen der Gestirne überhaupt zu finden, sind bereits unter dem Artikel, Parallaxe, angeführet worden. Unter andern findet man daselbst auch angezeigt und bewiesen, daß sich die Horizontalparallaxen zweyer Gestirne verkehrt wie die Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde verhalten. Wenn man also die Parallaxe eines Gestirnes kennt, so kann man nach der Keplerischen Theorie für den Augenblick der Beobachtung das Verhältniß seiner Entfernung von der Erde zur Entfernung der Sonne bestimmen, folglich ließe sich aus jener Regel die Sonnenparallaxe finden. Dieses Verfahren ist besonders beym Mars bequem, welcher bey seiner größten Nähe an der Erde die ganze Nacht hindurch sichtbar ist. Auch haben sich dieses Verfahrens, nach dem Vorschlage des ältern Cassini, verschiedene Astronomen bedienet. Maraldi und Flamstead bestimmten hierdurch die Sonnenparallaxe nur auf 10 Sekunden. Prund und Bradley fanden eben dadurch im Jahre 1719 die Grenzen der Sonnenparallaxe zwischen 9 und 12 Secunden. De la Caille berechnete, aus seinen eigenen Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit den gleichzeitigen von Wargentin in Stockholm und mit noch mehreren an andern Orten angestellten verglichen für den 14ten September 1751, die Parallaxe des Mars auf 26,8 Sekunden; die Entfernung des Mars von der Erde verhielt sich zu der Zeit wie 382 zu 1000, wodurch die Sonnenparallaxe $10\frac{1}{4}$ Sekunde sich ergab.

Weil die Venus in ihrer untern Conjunktion noch um ein ansehnliches näher, als der Mars, kömmt, so würde

diese

diese Methode bey ihr noch weit vortheilhafter seyn. Allein es finden sich hierbey Schwierigkeiten wegen ihres nahen Standes bey der Sonne sie gehörig zu beobachten. Indessen hatten doch **Bianchini**, **Maraldi** und **de la Caille** auch diese Methode benutzt, und ersterer fand die Sonnenparallaxe 14 Sekunden, und letzterer 10 ½ Sekunde.

Endlich aber wurden die Astronomen in den Jahren 1761 und 1769 auf die zu erwartenden seltenen Himmelsbegebenheiten, nämlich auf den Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe, aufmerksam, um hieraus die Parallaxe der Sonne mit möglichster Genauigkeit zu bestimmen. Unter dem Artikel, **Durchgänge**, ist aber hiervon das nöthigste bereits beygebracht, und angeführet worden, daß die Grenzen der Sonnenparallaxe zwischen 8,6 und 8 5 Sekunden fallen. So enge aber auch diese Grenzen sind, so haben doch noch die Beobachtungen einige Ungewißheit zurückgelassen. Die Beobachtungen wurden nämlich an verschiedenen Orten angestellt, und es ergaben sich daraus für die Parallaxe verschiedene Resultate, je nachdem man dieses oder jenes Paar der Beobachtungen zum Grunde der Rechnung legte. Es entstanden hierüber Streitigkeiten, wobey es aber bloß darauf ankommt, welche Beobachtungen die richtigsten sind. Der **P. Hell** α) hat die seinigen zu Wardhus in Lappland gemacht, und zur Grundlage der Berechnungen empfohlen; allein **de la Lande** β) hielt es für rathsamer, die Parallaxe der Sonne lieber aus **Planmanns** Beobachtungen zu Cajaneburg in Finnland abzuleiten, und bestimmte daraus die mittlere Sonnenparallaxe auf 8,63 Sekunden. Gegen die zu Cajaneburg angestellte Beobachtung und der daraus von **de la Lande** bestimmten Parallaxe zeigte aber der **P. Hell** γ) Fehler, und setzte aus Vergleichung seiner zu Wardhus angestellten mit einigen

α) Obſervat. tranſitus Veneris Wardoehuſii facta. Hafniae 1770. und in Ephemer. Vien. 1771.
β) Mémoires ſur le paſſage de Venus. 1772.
γ) De parallaxi ſolis. Append. Ephemerid. an. 1772.

einigen amerikanischen und asiatischen Beobachtungen die mittlere Parallaxe auf 8,70 Sekunden. De la Lande gab auch wirklich damahls nach, und erklärte seinen Streit mit P. Hell im Journal des savans 1773 für beygelegt; gleichwohl hat er in seiner neuesten Ausgabe der Astronomie (1792. §. 2149. 2150) seine vorigen Bestimmungen, deren Fehler von Hell erwiesen sind, beybehalten. Auch kam der P. Hell mit Lexell in Petersburg darüber in einen Streit. In einem Schreiben an ihn setzt er die Grenzen 8,67 und 8,73 mit der Aeußerung, Wardhus und Taiti würden die Stützen bleiben, auf welche sich unsere Kenntniß der Größe des Sonnensystems gründe *). Es scheinet zwar der P. Hell mehr Recht, als de la Lande gehabt zu haben, indessen trauet er doch seiner Bestimmung von 8,70 zu große Zuverlässigkeit zu, wenn er sie innerhalb eines Hunderttheils einer Sekunde für sicher erkläret.

Die vornehmsten aus den Beobachtungen 1769 gezogenen Bestimmungen der Sonnenparallaxe sind folgende:

Fixlmillner	8,54 Sek.	(acta Cremifanens. 1791.)
de la Lande	8,60 —	(astron. §. 2151.)
Lexel	8,63 —	(comment. Acad. Petrop. Tom XVII.)
Euler	8,68 —	(*de la Lande*, astronom. §. 2150.)
Hell	8,70 —	
Hornsby	8,78 —	(Philosoph. Transact. Vol. LXI.)
Pingré	8,80 —	(*de la Lande* astronom. §. 2150.)
du Sejour	8,81 —	(traité analytique Tom. I. 1786.)

Hier-

*) Beyträge zur praktischen Astronomie in verschiedenen Beobacht. Abhandl. und Method. aus den astronom. Ephemer. des Herrn Abbé Hell gezogen, und aus dem latein. übers. von Jungnitz, B. IV. Breslau 1794. 8.

Hiernach gibt folgende Tabelle die Entfernung der Sonne von der Erde in Erdhalbmessern und deutschen Meilen an, woraus zugleich erhellet, wie viel bey diesen Bestimmungen auf geringe Theile einer Sekunde ankommt.

Sonnenparallaxe	Entfernung der Sonne in Erdhalbmessern	In deutschen Meilen, den Halbm. = 859 1/2 Meile gesetzt.
8,54 Sek.	24152	20809000
8,60 —	23983	20614000
8,63 —	23900	20543000
8,68 —	23762	20424000
8,70 —	23702	20472000
8,78 —	23492	20372000
8,80 —	23438	20145000
8,81 —	23412	20123000

Das Mittel aus allen diesen Parallaxen ist sehr nahe 8,70 Sekunden, mithin mit Hells Bestimmung übereinstimmend, welches die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde 23702 Erdhalbmesser oder 11851 Durchmesser der Erde gibt, d. h. 11851 an einander gelegte Erdkugeln würden von hier aus die Sonne erreichen. Demnach wäre die Sonne beynahe 400 Mahl weiter von uns entfernt, als der Mond.

Die alten Astronomen haben schon den scheinbaren Durchmesser der Sonne ziemlich genau angegeben. Ihre Bestimmungen und Methoden, ihn zu messen, findet man beym Riccioli *). Neuere Methoden, ihn zu finden, sind unter dem Artikel, Heliometer, angeführet worden. Im Sommer wird er beständig kleiner als im Winter gefunden. Weil aber die Sonne im Sommer bey uns in größern Höhen beobachtet werden kann, wobey die Strahlenbrechung weniger Einfluß hat, so setzt man auch auf die Beobachtungen des Sonnendurchmessers im Sommer mehr Zutrauen, als auf die im Winter. Beym Cassini β) findet man der Sonne

größten Durchmesser 32′ 37½″ den 23. Decemb. 1732.
kleinsten —— 21′ 32½″ den 30. Juni 1735.

hieraus wurde also der mittlere Durchmesser 32′ 5″ gefunden.

Brad-

*) Almagest. nov. Tom. I. lib. III. cap. 10.
β) Elem. de l'astron. Lib. I. ch. 2.

Bradley und de la Lande fanden den kleinsten Sonnendurchmesser 31′ 30½″; letzterer sieht es aber als möglich an, daß bey seinem Heliometer die Abweichung den Durchmesser um 2 bis 3 Sekunden möchte vergrößert haben. Short fand mittelst eines achromatischen Objektivmikrometers an einem Spiegeltelescope von 2 Fuß den kleinsten Sonnendurchmesser 31′ 28″. De la Lande *) nimmt indessen den größten Durchmesser 32′ 36″ und den kleinsten 31′ 31″ an, woraus der mittlere 32′ 3,5″ gefunden wird. In den Berliner Tafeln ist der mittlere Durchmesser 32′ 2″ gesetzet, und selbst de la Lande nimmt ihn in den Tafeln nur 31′ 57,5″ an.

Wenn man die Sonnenparallaxe in der Erdferne 8,5 Sekunden setzet, so wird folglich der Erddurchmesser, aus der Sonne gesehen, unter dem Winkel 17″ erscheinen, da indeß der Sonnendurchmesser, aus der Erde gesehen, unter dem Winkel 31, 31″ = 1819″ erscheinet. Nun verhalten sich aber die scheinbaren Durchmesser der Erde aus der Sonne gesehen, und der Sonne aus der Erde gesehen wie ihre wahren Durchmesser, mithin ist das Verhältniß der letztern = 17 : 1819 = 1 : 111,335, oder es ist der wahre Sonnendurchmesser über 111 Mahl größer als der Erddurchmesser. Setzt man mit de la Lande die mittlere Sonnenparallaxe = 8,5 Sek. und den mittleren Sonnendurchmesser = 31′ 57,5″ = 1917,5″, so wird das Verhältniß des Erddurchmessers zum Sonnendurchmesser = 17 : 1917,5 = 1 : 112,79, oder es ist die Sonne im Durchmesser 112,79 Mahl größer als der der Erde. Nimmt man die Sonne als eine völlige Kugel an, so läßt sich nach geometrischen Gründen sehr leicht das Verhältniß der Oberfläche und der körperliche Raum der Sonne gegen die Oberfläche und den Raum der Erde berechnen. Man findet nämlich die Sonne

an Oberfläche 12723 Mahl und
an körperl. Raum 1435025 Mahl größer

als die Erde. Der Erddurchmesser enthält 1719 geographische

*) Astronomie §. 1230.

sche Meilen, mithin wird der Sonnendurchmesser, der 112 Mahl größer ist, 193886 solcher Meilen betragen. In einem solchen ungeheuren Körper ließe sich also die Erdkugel an 112 Mahl in gerader Linie legen, und wenn der ganze körperliche Raum einer Kugel, deren größter Kreis die Mondbahn vorstellet, mitten in den körperlichen Raum der Sonne gestellet würde, so würde dieser von jenem nicht ausgefüllt, sondern es würde ringsherum noch ein Raum für 25 Erdkugeln übrig bleiben.

Weil der scheinbare Sonnendurchmesser nicht zu allen Zeiten gleich groß gefunden wird, so folget nothwendig daraus, daß die Sonne nicht immer gleich weit von der Erde entfernet sey. M. s. **Sonnennähe, Sonnenferne.** Die alten Astronomen, welche die Sonne um die Erde laufen ließen, nahmen daher an, daß die Sonnenbahn ein Kreis sey, in dessen Mittelpunkte sich nicht die Erde befinde: Nach dem copernikanischen Systeme war dieser Kreis die Erdbahn, und die Sonne befand sich außer dem Mittelpunkte des Kreises. Endlich aber bewies **Kepler**, daß die Erdbahn eine Ellipse sey, in deren einem Brennpunkte die Sonne stehe. Die Eccentricität dieser Ellipse wird aus dem Verhältnisse des kleinsten und größten Sonnendurchmessers gefunden. M. s. **Eccentricität.**

Wenn wir also annehmen, daß die Erde in der elliptischen Bahn ein Mahl im Sonnenjahre umläuft, so muß es uns vorkommen, als wenn die Sonne in dieser Zeit einen größten Kreis nach eben der Richtung zurückgeleget hätte. Dieser Kreis ist die Ekliptik, deren Fläche folglich mit der Erdbahn zusammenfällt. Würde die Erde um die Sonne mit gleicher Winkelgeschwindigkeit herum gehen, so würde uns auch die Bewegung der Sonne gleichförmig erscheinen, und ihr Fortrucken würde täglich 59′ 8,3″ betragen. Weil aber die Erde im Sommer langsamer fortgehet, und mithin von selbiger weiter entfernet ist, als im Winter, so erscheinet uns auch die Bewegung der Sonne im Sommer langsamer als im Winter, und hieraus entstehet eine beträchtliche

Ungleichheit des scheinbaren Sonnenlaufs, so daß sie im Sommer nur 57′ und im Winter 61′ täglich in der Ekliptik fortzurucken scheinet. Dieß ist die Ursache, warum die Sonne in den sechs oberen Zeichen um 8 Tage länger, als in den sechs unteren Zeichen zu verweilen scheinet, so daß also die Zeitdauer des Frühlings und Sommers um 8 Tage größer ist, als der Herbst und Winter.

Die große Axe der Erdbahn behält nicht immer einerley Lage; sie scheint sich vielmehr etwas vorwärts nach der Ordnung der Zeichen zu bewegen, so daß sie Ansehung ihrer Länge eine Aenderung von 1′ 6″ erleide. M. s. **Sonnenferne.**

Sehr zahlreiche Beobachtungen haben aber gelehret, daß die Erde in ihrer Bahn von den übrigen Himmelskörpern, besonders von dem Monde, dem Jupiter und der Venus gestöret werde, welches nothwendig von den verschiedenen Anziehungen in den verschiedenen gegenseitigen Stellungen dieser Himmelskörper erfolgen muß, daher ist eine Verbesserung für den nach der Theorie bestimmten Ort der Sonne nach dem jedesmahligen Stande dieser Himmelskörper nöthig. M. s. **Perturbation.** Die ältern Astronomen nahmen auf diese Störungen keine Rücksicht, mithin konnten auch ihre berechneten Tafeln über den Sonnenlauf mit dem wahren Laufe der Sonne nicht zusammenstimmen. Richtigere Sonnentafeln lieferten **Halley** [α]), **de la Caille** [β]), **Tob. Mayer** [γ]), und vor einigen Jahren der **Herr von Zach** [δ]). Letzterer hat seine Hauptabsicht auf genauere Zeitbestim-

α) Halley's richtige Sonnentabelle in den verbesserten Styl. curr. reducirt von Schuhmacher. Jena 1763.

β) Tabulae solares. Paris 1758. und in Hells append. ad Ephemer. Vien 1767.

γ) Berliner Samml. astronomisch. Tafeln 1776. 8. B. 1. S. 225 f.

δ) Tabulae motuum solis nouae et correctae, ex theoria grauitatis et obseruationibus recentissimis erutae, quibus accedit fixarum praecipuarum catalogus nouus ex obseruationibus astronomicis annis 1787 — 1790 in spec. astronomica Gothana habitis, editae auspiciis et sumtibus seren. ducis Saxo-Gotha. auct. *Franc. de Zach.* Gothae 1792. 4.

bestimmung gerichtet, indem die bisher aus den Beobachtungen der Sonne abgeleitete Zeit wenig mit derjenigen, welche aus Sternenbeobachtungen gefolgert ward, zusammenstimmte. Bey den Mayerschen Sonnentafeln fand eine Abweichung vom wahren Sonnenlaufe von 24 Sek. Statt. Es hat daher der Herr von Zach sich bemühet, diese bisher als besten Tafeln theils durch Verbesserung ihrer Elemente, theils durch den Gebrauch neuer und besserer Störungsformeln mit den neuern Beobachtungen zusammenstimmender, und mit den geraden Aufsteigungen der Sonne mehr zusammentreffend einzurichten. Auch hat er den Tafeln für die unmittelbare Zeitberechnung eine solche bestimmte Anordnung gegeben, daß man sicher seyn kann, der Fehler der Zeitberechnung werde nie bis auf eine ganze Zeitsekunde gehen.

Wegen der außerordentlich großen Masse der Sonne muß diese eine sehr große anziehende Kraft gegen die übrigen Himmelskörper im Sonnensystem ausüben, und eben diese Kraft ist es, welche alle übrige Körper in ihrem Laufe erhält, daß sie nicht entfliehen können. Gewöhnlich heißt sie die Centripetalkraft. Diese Kraft, welche jederzeit der Masse proportional ist, hat de la Lande 364512, la Place aber 329809 Mahl größer, als die Schwere der Erdkörper bey gleicher Entfernung vom Mittelpunkte angegeben, d. h. ein Körper, der auf unserer Erde 1 Pfund wiegt, würde von der Sonne mit einer Kraft von 329809 Pfund getrieben werden, wenn er von dem Mittelpunkte der Sonne nicht weiter entfernet wäre, als er hier auf der Erde von dem Mittelpunkte derselben entfernet ist (m. s. Gravitation, Th. II. S. 812.). Brächte man nun einen solchen Körper auf die Oberfläche der Sonne, so würde er von ihrem Mittelpunkte 112 Mahl weiter abstehen, als er von dem Mittelpunkte unserer Erde entfernet wäre. Seine Schwere gegen die Sonne würde also vermöge des Gesetzes der Gravitation im Verhältnisse des Quadrats von 112 abnehmen, d. h. 12544 Mahl geringer werden. Daraus folgt, daß die Schwere der Körper auf

der

der Sonne $\frac{329809}{12544}$ oder ungefähr 26 Mahl größer, als auf unserer Erde seyn würde. Sie würden also in der ersten Sekunde durch 26 × 15,0957, d. h. fast 393 Pariser Fuß oder 406,7 Rheinl. Fuß durchlaufen. Da sich ferner die Dichtigkeiten bey kugelförmigen Körpern wie die Massen dividiret durch die Würfel ihrer Durchmesser verhalten, so würde hieraus die Dichtigkeit der Sonne $\frac{329809}{1404928}$ = 0,2347 — Mahl geringer als die der Erde folgen.

Herr **Kästner** α), welcher die hierher gehörigen Rechnungen schärfer, als es sonst zu geschehen pfleget, geführet hat, findet die Sonnenmasse 346230 (die Sonnenparallaxe = 8,7″, und die Mondparallaxe = 57′ 21″ gesetzt), wenn die Masse der Erde = 1 ist. Hieraus berechnet er ferner, den Sonnenhalbmesser = 112,79 Erdhalbmesser gesetzt, die Dichtigkeit der Sonne = 0,24129 von der Erde, die Schwere auf der Oberfläche der Sonne 27,215 Mahl so groß, als auf der Erdfläche, und den Fall in einer Sekunde 409,64 Fuß.

Von der Beschaffenheit der Sonne hat man verschiedene Meinungen gehabt. Ihre so ungemein starke erwärmende Eigenschaft mußte nothwendig schon den erstern Beobachtern, ohne weitere Untersuchungen, zur Vermuthung Anlaß geben, daß sie aus einem wirklich brennenden Körper bestehe. Diese Muthmaßung schien sich noch mehr zu bestätigen, da man durch Gläser entdeckte, daß ihre Strahlen in einen engen Raum zusammengebracht entzündliche Körper anzündeten. So stellte sich **Kircher** β) die Sonne als ein Meer von wallendem Feuer vor, wie fließendes und wallendes Kupfer im Schmelzofen. Seine Abbildung davon, wie er und Pat. **Scheiner** sie zu Rom 1635 beobachtet hatten, ist von **Zahn** γ) und vielen andern copiret worden. **Wolf** δ) betrach-

α) Anfangsgründe der höhern Mechanik. 2te Aufl. Göttingen 1793. §. 247.

β) Mundus subterraneus. Amstel. 1678. fol. Tom. I. p. 64.

γ) Oculus artificialis p. 190.

δ) Elementa mathes. vniuers. Tom. III. Halae 1753. 4. element. astron. §. 431.

betrachtet sogar den Satz, daß die Sonne ein Feuer sey, als einen mathematischen Lehrsatz, den er daraus bewies, daß die Sonne leuchte, wärme, brenne u. s. w. und überhaupt alle Kennzeichen des Feuers besitze. Allein, wenn man sich unter dem Feuer eine wirkliche Flamme brennender Körper vorstellet, wie bey der Sonne zuverlässig angenommen wird, so hat diese Hypothese unüberwindliche Schwierigkeiten Ein solches Feuer kann nie ohne Nahrung bestehen, und setzet daher nicht allein eine wirklich vorhandene brennbare Substanz, sondern auch den Zugang von Lebensluft voraus. Es käme also darauf an, sich einen solchen Stoff in der Sonne, und eine beständig zufließende Lebensluft gedenken zu können: woher soll aber beydes kommen? Die Meinung, daß die in die Sonne stürzenden Kometen, und die Ausdünstungen aus den Planeten derselben Nahrung zum Verbrennen geben, ist ganz unzureichend und nun schon hinlänglich widerleget; auch der Gedanke, welchen Wolf hatte, daß sich das ewige Feuer der Sonne nicht so zerstreuen könne, wie die Flamme unserer brennenden Körper, weil jenes in keiner so specifisch schwerern Luft, wie bey uns, in die Höhe steigen könne, reicht nach Erlangung richtigerer Begriffe vom Verbrennen ebenfalls nicht mehr zu. Ja wenn man auch annehmen wollte, die Sonne sey ein bloß glühender Körper, so müßte doch immer noch ein beständiger Zufluß von reiner Luft vorausgesetzet werden.

Ueberhaupt ist aber der Schluß, daß die Sonne, weil ihre Strahlen erwärmend sind, und sogar im verdichteten Zustande zünden, ein wirkliches Feuer sey, gar nicht richtig. Es lassen sich vielmehr weit richtigere Erklärungen geben, nach welchen diese Wirkungen erfolgen können, ohne daß die Sonne selbst brennen darf. Daß die Sonnenstrahlen wärmen, liegt nicht darin, weil sie wirklich warm sind, sondern sie besitzen ein bloßes Vermögen, den Wärmestoff aus andern Körpern zu entwickeln. Da erwärmen sie nicht, wo sie keinen Wärmestoff antreffen, und wo sie diesen in geringer Menge finden, erwärmen sie auch nur wenig. Dieß

beweiset

beweiset die bekannte Erfahrung auf sehr hohen Bergen, und überhaupt in den höhern Gegenden der Atmosphäre, wo es beständig kälter, als in den niedrigen Gegenden ist. Es scheinet also die unmittelbare Ursache der Wärme nicht in den Sonnenstrahlen, sondern vielmehr in den Erdkörpern selbst zu liegen. Diesen Vorstellungen zu Folge kann man sich keinesweges auf diejenigen Berechnungen verlassen, durch welche man vormahls die erstaunende Erhitzung der Kometen, des Merkurs u. s. f. durch die so nahe Sonne zu erweisen sich bemühete. Ohne Zweifel würden alle diese Körper in Dampf aufgelöset werden müssen, wenn die Sonne ein wirklich mit Flamme brennender Körper wäre.

Andere vermuthen, die Sonne sey eine mit elektrischem Feuer umgebene Kugel, welches durch ihren schnellen Umschwung erzeuget, und durch das ganze System verbreitet werde. Selbst Herr Bode scheint dieser Meinung vor allen übrigen zugethan zu seyn. Dieser große Astronom stellt sich überhaupt die Sonne als eine dunkele planetische Kugel vor, die alle Ungleichheiten des festen Landes, und Meere auf ihrer Oberfläche besitze, und in der elektrischen Lichtmaterie, wie unsere Erde in der Atmosphäre, eingehüllet sey. Bey einer solchen Beschaffenheit der Sonne könne man sich auch sehr gut Bewohner derselben gedenken.

Noch andere haben vermuthet, die Sonne sey eine Kugel mit wirklicher Lichtmaterie, andere mit verdichtetem Aether, noch andere mit einer durch die Elektricität entzündeten brennbaren Luft u. s. f. umgeben. Daß die Sonne eine für sich wirklich dunkele Kugel sey, wird durch neuere Beobachtungen immer wahrscheinlicher (m. s. Sonnenflecken), und daß sie mit einem leuchtenden Ueberzuge versehen sey, lehret uns die Erfahrung; aus welcher Materie aber dieser Ueberzug bestehe, ist uns unbekannt.

Noch einige Muthmaßungen über die Beschaffenheit der Sonne findet man unter dem Artikel, Sonnenflecken.

Uebrigens bezeichnen die Astronomen die Sonne mit dem Zeichen ☉.

Ob die Sonne eine Atmosphäre besitze s. m. die Artikel, Atmosphäre der Sonne, Thierkreislicht.

M. s. Bode kurz gefaßte Erläuterung der Sternkunde. Th. I. §. 400 u. f. §. 476 f. Kästner Anfangsgründe der Astronomie. 4te Aufl. 1792. 8. an verschiedenen Stellen.

Sonnenbahn s. Ekliptik.

Sonnenfackeln s. Sonnenflecken.

Sonnenferne (aphelium, aphelde) heißt derjenige Punkt in einer Planetenbahn, welcher von der Sonne am weitesten entfernet ist.

Nach dem Ptolemäischen Systeme, nach welchem alle Planeten nebst der Sonne sich um die Erde bewegen, konnte keine Sonnenferne Statt finden. Copernicus aber setzte in die Stelle der vormahligen Erdfernen die Sonnenfernen. Durch Keplern sind jedoch erst richtigere Begriffe von ihnen eingeführet worden. Dieser fand nämlich, daß die Planeten in elliptischen Bahnen (fig. 58.) a q b p um die Sonne laufen, in deren Brennpunkte f die Sonne steht. Die große Axe a b dieser Bahnen in selbigen die beyden Punkte a und b ab, wovon ersterer die Sonnennähe und letzterer die Sonnenferne ist. In den Stellen p und q, wo f p = f q, befindet sich der Planet in den mittleren Entfernungen, mittleren Abständen von der Sonne.

Bey der Berechnung des Planetenlaufs kommt es vorzüglich darauf an, daß man den Punkt der Sonnenferne messe, indem von diesem die so genannten Anomalien zu zählen angefangen werden. M. s Anomalie. Für diese Stelle in der Bahn ist also nicht allein die wahre Anomalie, sondern auch die mittlere Anomalie = o, folglich ist auch der Unterschied für beyde Anomalien, oder die Gleichung der Bahn = o. Da sich nun vermöge der keplerischen Regeln die Geschwindigkeiten der Planeten in jeder Stelle ihrer Bahn verkehrt, wie die Entfernungen von der Sonne verhalten, so muß nothwendig die Geschwindigkeit an derjenigen Stelle, welche von der Sonne am weitesten absteht, d. i.

d. i. in der Sonnenferne, am kleinsten, oder der Planetenlauf muß in der Sonnenferne am langsamsten seyn.

Die Sonnenferne für die Erdbahn um die Sonne findet man, wenn man zu derjenigen Zeit Beobachtungen anstellet, wo die Sonne am langsamsten fortzurucken scheinet, und ihr scheinbarer Durchmesser am kleinsten ist; denn gerade da ist sie von der Erde am weitesten entfernet. Dieß findet gegen das Ende des Juni Statt.

Was die übrigen Planeten betrifft, so zeiget die Astronomie Methoden, ihre Sonnenfernen zu finden, welche hier nicht angegeben werden können. Unter dem Artikel, **Weltsystem**, wird man sie in einer Tabelle angezeigt finden. Bey Vergleichung der ältern Beobachtungen mit den neuern findet sich, daß die Sonnenfernen der Planeten von Zeit zu Zeit sich fortzurucken scheinen, und daß dieses Fortrucken bey jedem Planeten jährlich etwas weniges über 50 Sekunden beträgt. Es wird daher wahrscheinlich, daß die Sonnenfernen in Absicht auf die Fixsterne nach der Ordnung der Zeichen vorwärts, wiewohl sehr langsam, gehen.

Wenn die Sonnenfernen unverändert blieben, so würden bloß die Sonnenfernen mit den Fixsternen zugleich wegen des Vorrückens der Nachtgleichen jährlich um 50 Sekunden fortrucken. M. s. **Vorrücken der Nachtgleichen**. Wenn aber die Sonnenfernen noch weiter als 50 Sekunden vorwärts stehen, so zeiget dieß, was über 50 Sekunden hinausgeht, eine wirkliche Bewegung der Sonnenferne in Rücksicht der Fixsterne an. Z. B. die große Axe der Erdbahn scheinet jährlich um 1′ 6″ fortzurucken, hiervon kommen nun 50″ vom Vorrücken der Nachtgleichen her; die übrigen 16′ scheinen also wirklich eine langsame Axenbewegung anzuzeigen.

Indessen sind die Sternkundigen noch nicht eins, ob dieser Unterschied vielleicht von Fehlern der ältern Beobachtungen herrühre. So gibt z. B. **Kepler** in den Rudolphinischen Tafeln die jährliche Bewegung der Sonnenferne des Jupiters nur 47 Sekunden an. Zieht man also hiervon 50 Sekunden wegen des Vorrückens der Nachtgleichen ab, so würde

daraus ein Rückwärtsgehen der Axe des Jupiters um 3 Sekunden folgen, welches aber durch neuere Beobachtungen ganz widerleget wird. Nach de la Lande ist es besonders durch Beobachtungen am Mars unläugbare Thatsache, daß die Sonnenfernen der Planeten nach der Ordnung der Zeichen vorwärts fortrucken.

In der That hat aber auch die physische Astronomie Gründe für das Fortrucken der Sonnenfernen. Wird nämlich der Planet in seiner sonst regelmäßigen elliptischen Bahn durch andere Himmelskörper gestöret, so wird er bey seinem Umlaufe um die Sonne in Stellen kommen, wo er etwas weiter von der Sonne ab, und aus seiner vorigen Ellipse gleichsam in eine neue gezogen wird; mithin muß sich die Sonnenferne ebenfalls nach der Seite hin, wo der Planet von andern Himmelskörpern angezogen wird, fortzurucken scheinen.

Zuletzt ist noch der Umstand zu bemerken, daß die Sonnenfernen aller Planeten aus der Sonne gesehen, ziemlich auf einerley Seite des Himmels, oder in einerley Hälfte der Ekliptik, nämlich vom Zeichen der Jungfrau bis zu dem der Fische, fallen. Unter allen sonst bekannten Planeten schien die Sonnenferne der Venus am weitesten vorzurucken. Allein noch weiter scheint des Uranus Sonnenferne vorwärts zu fallen.

M. s. Kästner Anfangsgründe der Astronomie. Götting. 1792. 8. § 235 f. §. 263.

Sonnenfinsternisse s. Finsternisse.

Sonnenflecken (maculae solares, taches du soleil) sind schwarze Flecken von keiner bestimmten Gestalt, die man von Zeit zu Zeit in der Sonnenscheibe, theils einzeln, theils in großer Anzahl wahrnimmt.

Die ersten mit Gewißheit bekannten Sonnenflecken wurden gleich mit der Erfindung der Fernröhre beobachtet. Inzwischen mag es wohl seine Richtigkeit haben, daß schon vor der Erfindung der Fernröhre Flecken in der Sonne sind wahrgenommen worden, ohne jedoch dieselben für solche zu halten.

halten. So erzählet ein ungenannter Annaliste des mittleren Zeitalters [α]) beym Jahre 807 unter andern astronomischen Beobachtungen auch diese: et stella Mercurii XVI. kal. April. visa est in sole, quasi *paruula macula nigra*, paulo superius medio centro eiusdem sideris, quae a nobis octo dies conspecta est. Sed quando primum intrauit et euixit, nubibus impedientibus, minime notare potuimus. Weil es aber unmöglich ist, den Merkur mit bloßen Augen und 8 Tage lang in der Sonne zu sehen, so ist sehr wahrscheinlich dieß nichts anders, als ein großer Sonnenfleck gewesen. Gleichwohl hielt es Kepler [β]) für einen wirklichen Durchgang des Merkurs durch die Sonnenscheibe, und ändert octo dies in octoties mit dem Beysatz, vt ego lego barbare. Allein sein Lehrer Mästlin widerlegte schon im Jahre 1606 Keplers Einfall mit guten Gründen.

Selbst Kepler glaubte auch den Merkur am 28sten März 1607 in der Sonne gesehen zu haben [γ]). Da er aber nachher von den Sonnenflecken benachrichtiget wurde, und überzeuget ward, daß Merkur damahls unmöglich in der Sonne gewesen seyn könne; so gestand er seinen Irrthum selbst ein, und gab auch seinem Lehrer Mästlin wegen der angezogenen Stelle des Annalisten Recht. Inzwischen machte er doch dieserwegen einige Ansprüche auf die Ehre der Entdeckung der Sonnenflecken, wie die von Hansch [δ]) aus der Vorrede seiner Ephemeriden von 1616 angeführte Stelle zeiget, wo er sich mit dem Marius vergleichet, welcher die Trabanten des Jupiters ebenfalls zuerst gesehen habe, ohne sie dafür zu halten. So schreibet er an dieser Stelle: Felix

α) Astronomi anonymi annales Caroli M. in *Joan. Reuberi* collect. scriptorum rerum germanicarum p. 27 sq.

β) Paralipomena ad Vitellionem p. 306.

γ) Ausführlicher Bericht von dem neuerlich 1607 erschienenen Haarstern. Hall in Sachs. 1608. 4. imgl. phaenomenon singulare s. Mercurius in sole. Lips. 1609. 4.

δ) Vita *Kepleri* in epistolis ad *Keplerum* scriptis. Lips. 1718. fol. p. XXI.

lix sum eo ipso, quod primus hoc seculo macularum obseruator; eripio ergo filio tuo palmam hanc eodem iure, quo *Marius Galileo* satellitii Jouialis primum visi laudem eripuit. Nam si ego nesciui, me solis videre maculas, nesciuit et ille principio, se Jouiales satellites aspicere, cum tamen adspiceret etc. Keplers Beobachtung war übrigens an einem im verfinsterten Zimmer aufgefangenen Sonnenlichte mit bloßen Augen gemacht.

Durch die Fernröhre endlich, mit deren Erfindung die zu erwartenden Entdeckungen, besonders am Himmel gleichsam vergesellschaftet waren, erhielt man Mittel, die Sonnenflecken genauer und zuverlässiger zu untersuchen. Sie wurden von unterschiedenen fast zu gleicher Zeit bemerket. Johann Fabricius, dessen Vater, David, Prediger zu Ostell in Ostfriesland, und selbst Beobachter war, brachte von einer Reise durch Holland ein Fernrohr mit, wodurch er nebst seinem Vater die Sonne betrachteten. Sie sahen in die Sonne, ohne weitere Vorbereitung, als daß sie die Sonne von der äußersten Grenze des Fernrohres nach und nach in die Mitte führten, also mit Gefahr ihrer Augen. Dadurch nahm der Sohn Sonnenflecken gewahr, und schloß aus ihrer Bewegung sogleich die Umwälzung der Sonne um ihre Axe. Den Tag der ersten Beobachtung führet er zwar nicht an; seine Schrift aber, die er im Juni 1611 zu Wittenberg drucken ließ, ist unter allen, welche von diesem Gegenstande handeln, ohne Zweifel die erste *); auch gesteht Kepler in der Vorrede der Ephemeriden von 1616 dem Fabricius die Ehre der Entdeckung zu. Er bemerket in seiner Schrift, daß er noch vor der Reise nach Wittenberg ganz allein einen großen Sonnenflecken beobachtet, seinen Vater dazu gerufen, und sich seit dem Anfange des Jahres 1611 die Umwälzung der Flecken angemerket habe. Daraus läßt sich

*) *Joan. Fabricii* Phrysi de maculis in sole obseruatis et apparente earum cum sole conuersione narratio. Viteberg. 1611. $5\frac{1}{2}$ plag. 4.

sich also schließen, daß Fabricius diese Entdeckung gegen das Ende des Jahres 1610 gemacht haben möge.

Auch der Pater Christoph Scheiner, Professor der Mathematik zu Ingolstadt, beobachtete die Sonnenflecken im März des Jahres 1611 durch ein Fernrohr. Dabey gebrauchte er aber die Vorsicht, die Sonne erst zu betrachten, wenn sie hinter dünnen Wolken stand. Diese Erscheinung zeigte er seinem Collegen P. Cysalus am 21ten März, und bediente sich in der Folge blauer Gläser, um den Sonnenglanz zu vermindern. Bald nachher aber beobachtete er mit geringerer Gefahr seiner Augen und mit grösserer Bequemlichkeit die Sonnenflecken in einem verfinsterten Zimmer, indem er das Bild der Sonne durch ein Holländisches Fernrohr auf einer Ebene auffing. Durch diese Vorrichtung hatte er das Vergnügen, diese Erscheinungen an der Sonne mehreren seiner Collegen zu zeigen, wodurch sie bald bekannter wurden. Da man aber die Sonne nach der damahligen aristotelischen Physik für das reinste Feuer hielt, so wollte der Provincial des Ordens Theodor Busäus die Entdeckung der Sonnenflecken nicht ohne Behutsamkeit bekannt machen lassen. Scheiner schrieb daher seine ersten Beobachtungen an den gelehrten Patricier zu Augsburg Markus Welser, welcher sie ohne Mitwirkung des Verfassers bekannt machte *). Die Briefe sind vom 12ten Novemb. und 26ten Decemb. 1611, im dritten unterzeichnet sich Scheiner: Apelles latens post tabulam. Nicht lange darauf folgte eine Fortsetzung dieser Beobachtungen β), wo der dritte vom 25ten Juli 1612 datirte unterschrieben ist: Apelles latens post tabulam, vel si mauis, Vlysses sub Aiacis clypeo. Scheiner erhielt nachher einen Ruf nach Rom, wo er seine Beobachtungen mit unermüdetem Fleiße fortsetzte, und sie endlich nebst den Folge-

α) Tres epistolae de maculis solaribus scriptae ad *Marcum Velserum*, cum obseruationum iconismis. Aug. Vindel. 1612. 2 pl. 4.

β) De maculis solaribus et stellis circa Iouem errantibus accuratior descriptio ad *Marc. Velserum* perscripta. Aug. Vindel. 1612. 4. 52 S. mit Kupfern.

Folgerungen daraus in einem großen schätzbaren Werke [α]) beschrieb, welches über 2000 Beobachtungen abbildet, und von den Astronomen mit ungemeinem Beyfall aufgenommen wurde.

Galilei machte ebenfalls Anspruch an der Entdeckung der Sonnenflecken, und behauptete, er habe sie eher beobachtet, als ihm Scheiners Beobachtungen bekannt geworden wären. Welser hatte Scheiners Briefe am 6ten Jan. 1612 an ihn geschickt. Galilei machte einige Erinnerungen darüber, und behauptete, Scheiner habe bereits von seinen ältern Beobachtungen Nachricht gehabt [β]). Allein Scheiner vertheidigte sich durch Anführung verschiedener Zeugen sehr gründlich dagegen in seiner Rosa Vrsina.

Dieser Erzählung zu Folge hat man mit Recht den Fabricius für den ersten gehalten, der die Sonnenflecken beobachtet hat. Allein vor einigen Jahren hat der Herr von Zach in den vorgefundenen Manuscripten eines Engländers, Thomas Harriot, eine Reihe Beobachtungen von Sonnenflecken gefunden, welche vom 8ten December 1610 bis zum 18ten Jan. 1613 ununterbrochen fortgeht [γ]). Es sind diese Beobachtungen sehr umständlich und sorgfältig beschrieben; sie beweisen, daß Harriot Ferngläser hatte, welche 10, 20 und 30 Mahl vergrößerten. Dieß sind also wohl die ersten Beobachtungen, welche von den Sonnenflecken aufgezeichnet sind, ob sie gleich so lange im Manuscripte verborgen blieben. Es muß also Harriot, wo nicht vor dem Fabricius, doch wenigstens mit ihm zu gleicher Zeit diese Entdeckung gemacht haben. Galilei führet

α) Rosa Vrsina s. sol ex admirando facular. et macular. suarum phaenomena variis nec non super polos proprios mobilis a *Christoph. Scheinero*, Germ Suevo e soc. Je. Bracciani. 1630. fol.

β) Istoria et dimostrazioni intorno alle macchie solari del sign. *Galileo Galilei*. in Roma 1614. 4. und in den opere di *Galileo*. Prolog. 1655. Vol. III.

γ) Beobacht des Uranus u. s w. und Anzeigen von den in England aufgefundenen Harriotschen Manuscripten aus einem Schreiben des Herrn von Zach. Lond. d. 26. Novemb. 1788. in Bode astronom. Jahrbuche für 1788. S. 154 f.

führet zwar in einem vom 4ten May 1612 datirten Briefe an, er habe bereits die Sonnenflecken vor 18 Monaten beobachtet, welches die Entdeckung auf den Novemb. des Jahres 1610 zurückbringen würde. Allein hiervon konnte damahls weder Harriot noch Fabricius etwas wissen. Ueberdieß gedenkt auch Harriot des Galilei nicht, sondern führet als Veranlassung seiner Beobachtungen den Joseph a Costa *) an, welcher erzähle, daß man in Peru Flecken an der Sonne sehe. Der Herr von Zach füget noch die Bemerkung bey, es habe Harriot das Fernrohr viel eher aus Holland erhalten können, als Galilei, und hätte Harriot wirklich die Galileischen Nachrichten gehabt, so würde er auch um die wunderbare Gestalt des Saturnusringes, welche Galilei entdeckte, gewußt haben, von der er aber nichts melde. Die Muthmaßung des Herrn von Zach, daß Harriot das Fernrohr eher in Händen hätte haben können, scheint nun wohl unrichtig zu seyn, indem schon Galilei im Jahre 1609 durch eigenes Nachdenken auf die Zusammensetzung des Fernrohres kam, und damit Beobachtungen anstellte, die er im nuncius sidereus im Jahre 1610 beschreibet, ohne auf Holländische Fernröhre warten zu dürfen. Indessen erwähnet diese Schrift nichts von Sonnenflecken, so wie eben so wenig die, die er im Jahre 1611 herausgab, und in welcher er von der Erscheinung, die er am Saturn wahrgenommen hatte, Nachricht gibt. Eben daraus ist es höchst wahrscheinlich, daß Galilei vor Fabricius und Harriot, mithin auch seinem Vorgeben nach im Novemb. 1610 von den Sonnenflecken noch nichts gewußt habe.

Da es für die Augen gefährlich ist, die Sonne ohne alle weitere Vorbereitung durchs Fernrohr zu betrachten, wie Fabricius that, so war es natürlich auf andere Methoden zu denken, um sie bequemer und mit geringerer Gefahr der Augen zu beobachten. Dieserwegen machte Scheiner eine solche Vorrichtung, daß er das Sonnenbild in einem

*) Natural and Moral history of the West. Ind. Lib. I. cap. 2.

nem dunkeln Zimmer auf einer Ebene hinter dem Fernrohre auffing. M. s Helioskop. Auf diese Art hat nachher auch Hevel [α]) Beobachtungen und Abbildungen von Sonnenflecken in großer Anzahl gemacht. Statt dieses Verfahrens beobachtet man aber doch lieber die Sonne durchs Fernrohr selbst, und schwächt ihr Licht durch Gläser, die entweder durch Lampenruß geschwärzt, oder stark gefärbt sind. Es ist dazu hinreichend, das Okularglas an einer Lampe oder Kerze mit Ruße so lange anlaufen zu lassen, bis es einen völlig schwarzen Ueberzug erhalten hat, welcher die gewöhnlichen Objekte undurchsichtig macht; die Sonnenscheibe wird sich alsdann dadurch ohne Schaden für das Auge in dunkelrother Farbe zeigen. Die astronomischen Fernröhre sind gewöhnlich mit besonders stark gefärbten Plangläsern versehen, die vor das Okularglas angeschraubet werden, wenn man die Sonne betrachten will. Auf solche Art läßt sich alsdann die scheinbare Größe und der Stand der Sonnenflecken durch Mikrometer oder Fadenneße sehr genau bestimmen. Scheiner bediente sich schon der gefärbten Gläser, und gab dem damit versehenen Fernrohre den Nahmen des Helioskops [β]).

Die vorzüglichsten Erscheinungen, welche man an den Sonnenflecken wahrgenommen hat, sind folgende: die meisten Flecke zeigen in der Mitte einen schwarzen Kern, und sind am Rande mit einem bräunlichen oder weißgrauen Nebel umgeben. Hevel [γ]) verglich diesen Nebel mit den Flecken, den der Hauch aus dem Munde auf einem Spiegelglase macht, und sagt, er erscheine auch bisweilen gelbgrau. Dergleichen Nebel oder Schattenflecken erscheinen oft ohne schwarzen Kern, und dehnen sich zuweilen in großen Flecken aus. Einen solchen beobachtete Hevel [δ]) im Juli 1643, welcher sich beynahe über den dritten Theil des Sonnendurchmessers erstreckte. In der Folge entstehen aus diesen

α) Selenographia. Append. p. 500 sq.
β) *Weidler* progr. helioscopia emendata et illustrata. Viteberg. 1734. 4.
γ) proleg. selenograph. p. 84.
δ) Selenograph. Append. p. 506.

sen Schattenflecken einzelne dunkele Flecken, wie Hevel im August 1643 bemerkte.

Sonst sind die Sonnenflecke einer sehr großen Veränderung unterworfen. Scheiner nahm wahr, daß sich ihre Gestalt ändere, daß sie wachsen, abnehmen, sich in Nebel oder Schatten verwandeln und zuletzt ganz verschwinden. De la Hire a) sahe einen Flecken, welcher sich in mehrere andere zertheilte. In der Folge erscheinen auch andere, die verschieden sind, in der nämlichen Stelle wieder; doch hat man keinen gesehen, dessen Erscheinung über 70 Jahre gedauert hätte.

Auch die Menge der Flecken ist sehr veränderlich. Zur Zeit ihrer Entdeckung fand man die Sonne fast nie ohne Flecken. Scheiner zählte einmahl deren 50. Nicht lange nach der Erfindung der Fernröhre fingen die Sonnenflecken an seltener zu werden, und vom Jahre 1650 bis 1670 hat man kaum einen oder zwey beobachten können. Von 1695 bis 1700 sahe man gar keinen, hierauf erschienen sie wieder häufiger bis 1710, wo man bis 1713 nur wenige sah; seit dieser Zeit aber hat man fast immer einige wahrgenommen. Am 20ten September 1785 beobachtete der Hof-Astronom König in Mannheim 38 dunkelschwarze Flecken, welche, wenn sie in einer Masse vereiniget vor derselben gestanden hätten, eine Sonnenfinsterniß von 4½ Zollen hätten verursachen können. Auch Herr Schröter führet dergleichen Fleckensammlungen aus einer Menge dunkeler Kern- und Nebelflecken an, welche bisweilen einen 16 Mahl größern Flächenraum, als den unserer Erde, einnehmen.

Uebrigens scheinen alle Sonnenflecken, so lange sie sichtbar sind, sich ziemlich parallel unter einander von Osten nach Westen durch die Sonnenscheibe fort zu bewegen. Sie sind aber fast immer in eine Zone der Sonnenfläche eingeschlossen, deren Breite auf einem Sonnenmeridiane gemessen sich nicht über 33 bis 34 Grade auf beyden Seiten des Sonnenäquators erstreckt. Inzwischen sind doch auch einige in

a) Mémoir. de l'Academie royale des scienc. de Paris 1702. p. 137.

in einer Entfernung von 44 Graden beobachtet worden. Ist ein Flecken von hinreichender Dauer, so bringt er etwa 12 bis 13 Tage zu, ehe er durch die ganze Sonnenscheibe hindurch kommt; hiernächst sieht man ihn 14 bis 15 Tage lang nicht; alsdann aber kommt er am östlichen Rande daselbst zum Vorschein, wo man ihn vor 27 Tagen beobachtete. Diese Bewegung ist allen Sonnenflecken gemein, und sie scheint von der Erde aus gegen die Ordnung der Zeichen zu gehen. M. s. **Folge der Zeichen.** Stellt man sich aber ein Auge im Mittelpunkte der Sonne vor, welches die Flecken um sich gehen sehe, so ist es begreiflich, daß sie diesem Auge nach der Ordnung der Zeichen sich zu bewegen schienen. Also folget wirklich die Umwälzung der Flecken um die Sonne nach der Folge der Zeichen, oder nach derselben Richtung, nach welcher die Planeten um die Sonne laufen. Die Zeit dieser Umdrehung hat Cassini *) aus einer großen Menge Beobachtungen auf 27 Tage 12 Stunden 20 Minuten geschlossen.

Aus diesen erwähnten Erscheinungen schlossen schon die ersten Beobachter der Sonnenflecken, **Fabricius** und **Scheiner**, die Umdrehung der Sonne um ihre Axe. Nimmt man nun an, die Flecken befinden sich auf der Fläche der Sonnenkugel, so würde auch hieraus die Umwälzung der Sonne um ihre Axe unwidersprechlich folgen. Allein man könnte auch diese Flecken für eigene Körper halten, welche eben so um die Sonne gingen, wie der Mond um unsere Erde. Indessen läßt sich von der großen Menge der Flecken, an welchen man doch an die 200 Jahre diese übereinstimmende Bewegung ohne Ausnahme wahrgenommen hat, nicht denken, daß sie einzelne Körper seyn könnten; es lassen sich also wohl keine andere Vorstellungen mit der größten Wahrscheinlichkeit behaupten, als daß sich die Sonne um ihre Axe herumwälze und die Flecken mit sich herumführe.

Durch neuere und genauere Beobachtungen sind die Umstände der Umdrehungen weit bequemer bestimmt worden.

*) Elements d'astronomie, lib. II. ch. 1. probl. 5.

den. Methoden hierzu lehren Hausen [α]), de l'Isle [β]) und Cassini [γ]) durch Zeichnung. Formeln zur Berechnung haben gegeben Kästner [δ]) in der Voraussetzung, daß die Flecken auf der Sonne sind, wo drey Beobachtungen eines Fleckens hinreichen, Albr. Euler [ε]) in der Voraussetzung, daß sie etwas abstehen, wo vier Beobachtungen nöthig sind, und de Silvabelle [ζ]). Boscowich's Art, hierüber Berechnungen durch sphärische Trigonometrie zu führen, zeiget de la Lande. Uebrigens würde es sehr nützlich seyn, diese Methoden mehr auf Beobachtungen anzuwenden, um die Umstände der Umdrehung, welche gemeiniglich nach Cassini angegeben werden, mehr zu bestätigen oder zu berichtigen. Einen wichtigen Aufsatz dieser Art hat man von de la Lande [η]). Auch der P. Firlmillner hat in einem Schreiben an Bernoulli manches hierher gehöriges Wissenswürdige angeführet [ϑ]).

Nimmt man wirklich an, daß die Sonnenflecken zugleich mit der Umwälzung der Sonne um ihre Axe mit herumgeführet werden, so muß nothwendig die Zeitdauer der Umwälzung der Sonne aus Beobachtungen der Flecken aus der Erde anders erscheinen, als sie für sich Statt findet, da indessen die Erde ihren Ort selbst verändert. Es sey nämlich (fig. 77.) in c die Sonne und in t die Erde. Ein Sonnenfleck erscheine zugleich mitten auf der Sonne in m, da ab der in t sichtbare Durchmesser der Sonne seyn wird. Indem sich die Sonnenkugel ein Mahl nach der Richtung adm b um ihre Axe gedrehet hat, ist inzwischen die Erde nach eben der Richtung von t bis v geruckt, und aus

α) Theoria motus solis circa propriam axem. Lips. 1726.
β) Mémoir. pour servir à l'histoire et aux progrès de l'Astronomie, de la geographie et de la physique. Petersb. 1738. p. 138 f.
γ) Elements d'astronomie liv. II. ch. 1.
δ) Noua comment. Goetting. Tom. I. 1770. p. 110.
ε) Noua comment. Petrop. Tom. XII. p. 273.
ζ) Mémoir. presentés à l'Acad. des scienc. Tom. IV.
η) Mémoir. de l'Academie roy. des scienc. de Paris 1777. p. 457.
ϑ) In den Berliner Ephemeriden für 1780. Samml. 188.

aus diesem Punkt betrachtet ist nun n mitten in der Sonnenscheibe, und d e wird als ihr Durchmesser gesehen. Es muß sich also die Sonnenkugel noch um m n weiter herumwälzen, ehe der Fleck m wieder in die Mitte kommt. Gesetzt also, die Umlaufszeit des Sonnenflecks m sey $= t$, und die Zeit des Sonnenjahres $= T$; so wird sich das Stück m n zu dem Theil t v, wie der ganze Umkreis m b e a m zu dem ganzen Umkreis, den die Erde in der Zeit T umläuft, verhalten. Da man hier die Bewegung der Erde als gleichförmig annehmen kann, so hat man $mn : tv = t : T$, oder wie $\frac{t}{T} : 1$; mithin wird in der Zeit t die Umwälzung des Fleckens m, $1 + \frac{t}{T}$ Mahl zurückgeleget werden; und es wird daher die Zeit der einfachen Umwälzung von m bis wieder zu m gleich t dividiret durch $1 + \frac{t}{T}$ oder $= \frac{tT}{t + T}$. Setzt man mit Cassini $t = 27$ Tage 20 Minuten, so gibt dieß die Umdrehungszeit der Sonne = 25 Tage 14 Stunden 8 Minuten. Nach genauern Bestimmungen geben de la Lande 25 Tage 10 Stunden, Fixlmillner 25 Tage 13 Stunden 27 bis 44 Minuten. Herr Schröter *) zeiget, daß sich viele Schwierigkeiten finden, diese Zeitperiode in seinen kleinsten Zeitmomenten genau zu finden.

Die Beobachtungen lehren, daß die Sonnenflecken zwey Mahl im Jahre vollkommen gerade Linien, zu allen übrigen Zeiten aber mehr oder minder offene nord- oder südwärts dem Mittelpunkte der Sonne liegende halbe Ellipsen beschreiben. Die fig. 78. zeiget die scheinbaren Bahnen der Sonnenflecken in den vier vornehmsten Standpunkten so, daß c b die Ekliptik ist, die Flecken aber bey a ein- und bey d austreten. Gegen den Anfang des Junius, wenn die Sonne im 10° ♊ steht, beschreiben nämlich die Sonnenflecken gerade Linien, die von Norden nach Süden hinabgehen,

*) In Bode astronomisch. Jahrbuche für 1792.

hen, und mit der Ekliptik $7\frac{1}{2}°$ machen. In den nachfolgenden Monaten fangen sie in elliptischen Bahnen sich zu bewegen an, deren große Axe immer mehr der Ekliptik parallel wird, und deren Höhlung sich aufwärts, oder gegen Norden kehret. Zu Anfange des Septembers, wenn die Sonne im 10° ♍ stehet, haben diese Ellipsen ihre größte Oeffnung; alsdann ist ihre große Axe der Ekliptik parallel, und verhält sich zur kleinen Axe wie 1000 zu 130. Von da nimmt die Krümmung der Bahnen wieder ab, und ihre große Axe wendet sich aufwärts gegen die Ekliptik, so daß um den Anfang des Decembers im 10° ♐ die Flecken in geraden Linien von Süden nach Norden hinauf gehen, und mit der Ekliptik wieder Winkel von $7\frac{1}{2}°$ machen. Hiernächst fangen sie wieder an aufwärts gebogene Ellipsen zu durchlaufen, welche gegen Anfang des März im 10° ♓ am weitesten offen erscheinen, wo die große Axe abermahls der Ekliptik parallel, und gegen die kleine im Verhältnisse 1000 zu 130 ist. Von da nehmen die elliptischen Bahnen wieder ab, die Richtung derselben neiget sich gegen die Ekliptik und erlangt gegen den Anfang des Juni aufs neue die zuerst beschriebene Beschaffenheit.

Diesen Beobachtungen zu Folge muß sich die Sonne um ihre Axe so umdrehen, wie es die fig. 79 zeiget. Die Kugel a q b p stellt die Sonne und der perspektivisch gezeichnete Kreis, wo die Punkte 10° ♐, ♓, ♊, ♍ bezeichnet sind, die Ekliptik oder Erdbahn vor. Die Sonne drehet sich nach der Richtung a b um die Axe p q, so daß sie gegen die Ekliptik unter einem Winkel von $7\frac{1}{2}°$ geneigt ist. Die Sonnenaxe neiget sich gegen die Punkte 10° ♓ und 10° ♍, und bestimmt auf der Sonnenfläche den Nordpol p und den Südpol q; der größte Kreis a b ist der Aequator der Sonne, dessen Ebene sich mit der Ebene der Ekliptik unter einem Winkel von $7\frac{1}{2}°$ schneidet, und die Durchschnittslinie beyder Ebenen fällt in die gerade Linie, welche von 10° ♐ bis 10° ♊ geht, welche Punkte gleichsam die Knoten des Sonnenäquators vorstellen. Bey dieser Umdrehung bewegen

sich alle Flecken in Kreisen, welche mit dem Sonnenäquator parallel gehen.

Hieraus werden alle Erscheinungen (fig. 48.) der von den Sonnenflecken durchlaufenen Bahnen sehr leicht begreiflich. Wenn die Erde zu Anfange des Junius im 10° ♐ steht, und also die Sonne gegenüber in 10° ♊, so wird diese von dem Erdbeobachter gerade im Knoten des Sonnenäquators gesehen, folglich betrachtet er den Kreis ab in seiner Ebene selbst, und erscheint ihm so wie alle damit parallele Bahnen als geradlinigt. Diese scheinbaren geraden Linien gehen von a nach b, d. i. von oben herabwärts, und machen mit der Ekliptik Winkel von $7\frac{1}{2}^\circ$ = ecb. Zu dieser Zeit stehen die beyden Pole der Sonne p und q gerade am Rande der sichtbaren Sonnenscheibe. Nach einem viertel Jahre kommt die Erde im 10° ♓, und der Beobachter sieht die Sonne geradeüber im 10° ♍. Hier wird er nun den Kreis ab aus einem Punkte sehen, welcher nicht in dessen Ebene liegt, folglich muß der Kreis wie eine Ellipse erscheinen, deren sichtbare Hälfte oberwärts hohl ist; die halbe große Axe dieser Ellipse ist dem Halbmesser der Sonne, und die halbe kleine Axe der Linie bf gleich, daher sich beyde Axen wie cb : bf, d. i. wie sin. tot : sin. $7\frac{1}{2}^\circ$ oder fast wie 1000 : 130 verhalten müssen. In dieser Stellung ist dem Beobachter auf der Erde nur der Nordpol p sichtbar, der Südpol q befindet sich in der von der Erde abgewendeten Hälfte der Sonne.

Mit diesen beyden Erscheinungen haben die zu Anfange des Decembers und des März aus 10° ♊ und 10° ♍ völlig Aehnlichkeit, nur daß diese in Ansehung der Lage den erstern entgegengesetzet sind, so daß die scheinbaren geradlinigten Bewegungen im Anfange des Decembers von b nach a oder von Süden nach Norden aufwärts gerichtet sind, und die Ellipsen im März ihre hohle Seite unterwärts kehren. Auf diese Weise werden alle Phänomene in dem Gang der Sonnenflecken auch in den Zwischenzeiten ganz begreiflich. Diese der Natur der Sache so vollkommen angemessenen Erklä-

Erklärungen lassen von der wirklichen Umdrehung der Sonne um ihre Axe nicht den geringsten Zweifel übrig.

De la Lande bestimmt in dem vorhin angeführten Aufsatze aus Vergleichung verschiedener Beobachtungen die Neigung des Sonnenäquators gegen die Ekliptik auf 7° 20′, und setzt die Knoten desselben nicht in den 10ten Grad sondern im 18° ♊ und 18° ♐.

Schon Kepler a) hat sich noch vor der Entdeckung der Sonnenflecken eine Vorstellung gemacht, wie die Sonne durch Umdrehung um ihre Axe die Planeten mit sich führen könnte. Cartesius β) gebrauchet die Umwälzung der Sonne um ihre Axe, um die Bewegung seiner feinen Materie dadurch begreiflich zu machen, welche die Planeten mit sich fort um die Sonne herum reissen. Für diese Hypothese ist der Umstand besonders günstig, daß beyde die Umwälzung der Sonne um die Axe und die Bewegung der Planeten um die Sonne nach einerley Richtung, nämlich nach der Ordnung der Zeichen, gehen. Allein ohne Cartesens und ähnliche Hypothesen anzunehmen, welche mit den bekannten Gesetzen der Bewegung der Planeten gar nicht übereinstimmen, bleibt doch allemahl der Sonnenäquator die einzige Ebene ihrer Art in unserm Sonnensysteme, indem ihre Lage ganz allein von der Umdrehung der Sonne bestimmt wird, von allen Beziehungen auf andere Körper frey, und der, so viel wir wissen, unveränderlich ist, welches sich weder von der Ekliptik noch von einer andern Ebene in dem System behaupten läßt. Daher hat der Sohn vom Domin. Cassini den Rath gegeben γ), die Lage der Ebenen aller Planetenbahnen lieber auf den Sonnenäquator, als auf die Ekliptik zu beziehen, welche letztere doch selbst nur eine Planetenbahn ist. Da aber die Bestimmung der Lage des Sonnenäquators sehr feine und nicht

a) Astronomia noua tradita de comment. de motibus stellae Martis. Prag. 1609. fol. in introd.

β) Princip. philosoph. P. III. prop. XXX XXXI.

γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1734. p. 146.

nicht zu leichte und sichere Beobachtungen erfordert, so möchte es doch nicht so zuverlässig seyn, die Planetenbahnen auf die Ebene des Sonnenäquators zu beziehen, als auf die Ebene der Ekliptik in welcher unsere Erde liegt.

Außer den Sonnenflecken hat auch schon **Scheiner** Stellen in der Sonnenscheibe bemerket, welche einen weit hellern Glanz, als das übrige Sonnenlicht besitzen, und die gewöhnlich **Sonnenfackeln** (faculae solares) genannt werden. Noch mehr redet **Hevel** α) von ihnen. **Huygens** β) hat keine wahrnehmen können. Doch erwähnet auch **Cassini** Tüpfelchen, welche heller, als das übrige Sonnenlicht aussehen. Auch hat Herr **Kästner** γ) nebst andern Stellen auf der Sonne bemerket, wo das Licht ihm weißer, aber nicht so lebhaft wie das andere aussah, etwa wie Essigflecken auf einer polirten Metallscheibe. Endlich aber hat es **Schröter** δ) mit Gewißheit bestätiget, daß es auf der Sonnenscheibe hellere Luftflecken gebe. Er beobachtet nie die Sonne durch seine Spiegeltelescope ohne Lichtadern und Striemen, die heller als die übrigen aussehen. Eine Gattung derselben zeiget sich zwischen und auf den dunkeln Flecken und ihren Nebeln, und ist sehr veränderlich; eine andere bestehet aus Lichtflecken auf der reinen Sonnenscheibe, welche nicht scharf begrenzt, von irregulärer Gestalt, höchstens 6 bis 8 Sekunden im Durchmesser sind, gewöhnlich in Gruppen bey einander liegen, und wie Landschaften voller Berge und Thäler, oder wie ein Fleckenweise mit Wolken belegter Himmel erscheinen.

Was eigentlich die Sonnenflecken seyn mögen, darüber hat man verschiedene Meinungen gehabt. Viele hielten sie gleich nach der Entdeckung für eigene um die Sonne laufende Körper, und **Johann Torde** ε), und ein Niederländer ζ) gaben selbigen eigene Nahmen. Selbst **Otto** von

α) Prolegom. selenograph. p. 87.
β) Cosmotheor. lib. II.
γ) Hamburg. Magazin, B. VII. Leipz. 1751. 8. S. 399.
δ) Bode astronomisches Jahrbuch für 1792.
ε) Barbonia sidera, falso maculae solis nuncupata. Par. 1620. 4.
ζ) *Malapertii* sidera Austriaca pariheliaca. Duaci 1607. 4.

von Guerike α) glaubet, daß sie als wirkliche Planeten um die Sonne sich bewegen. Der Umstand, daß sie etwas länger unsichtbar als sichtbar sind, welches sich daraus erklären ließe, daß sie wegen der Wendung und Verkürzung der Fläche am Rande der Sonnenkugel nicht gesehen werden könnten, hat Geo. Wolfg. Kraft β) veranlasset, ihre Entfernung von der Sonne bestimmen zu wollen, aber dabey die eigene Bewegung der Erde nicht in Betrachtung gezogen. Es sind aber bisher keine Beobachtungen bekannt, welche nöthigten, dergleichen Entfernungen anzunehmen; vielmehr sagt de la Lande, die Beobachtungen seyen dagegen. Aus der Erscheinung, daß die Sonnenflecken am Sonnenrande schmal, als äußerst feine Striche erscheinen, und gegen die Mitte sich ausbreiten und runder werden, schließt de la Lande, daß sie mit der Sonnenmasse als wirklich zusammenhangend anzusehen wären.

Galilei, welcher dem Systeme der Unvergänglichkeit der Himmelskörper nicht geneigt war, meinte, die Sonnenflecken wären eine Art von Dampf und Wolken, oder auch der Schaum auf dem brausenden Meere von seiner flüssigen Sommermaterie Eben dieser Meinung ist auch Hevel zugethan. Wolff, welcher überhaupt alle Himmelskörper nach Erscheinungen auf unserer Erde beurtheilet, hält die Sonnenflecken ganz entscheidend für Wolken oder Sammlungen der aus der Sonne aufgestiegenen Dünste γ). Allein Herr Kästner fragt mit Recht, würden solche Sammlungen von lockern Dünsten so hindern, daß, wo sich ein Flecken zeiget, alles ganz schwarz aussiehet? Noch eher ließe sich der Nebel um den Flecken mit Wolken vergleichen, aber dann könnte man sich vorstellen, er würde durch aufgelöste und zerstreuete Theile der dichtern Materie des Fleckens dargestellt. Ueberdem würde die Heftigkeit der Hitze, welche man sich gewöhnlich so nahe bey der

α) Experimenta noua de fpatio vacuo. Lib. I. cap. 12. p. 21.
β) Commentat. Academ. Petropol. Tom. VII. ingl. in differt. I. de atmofphaera folis Tubing. 1746. diff. II. 1747. 4.
γ) Elementa aftronomiae. §. 416 fq.

Sonne vorstellet, den Wolken, wie die unsrigen sind, keine lange Dauer verstatten. Endlich könnte auch die Bewegung, welche man bey den Sonnenflecken beobachtet, nicht so regelmäßig erfolgen.

Diejenigen, welche die Sonne für ein wallendes Feuermeer hielten, wie **Scheiner**, **Kircher** u. a. nahmen die Sonnenflecken als Dampfwolken, und die Sonnenfackeln als Oeffnungen der heftiger brennenden Feuerschlünde an. Sie beschrieben dieß so lebhaft, als ob sie es selbst gesehen hätten.

Dagegen glauben einige andere, daß es werdende Körper sind, wie z. B. **Wiedeburg** [α]), welche sich in die Sonne stürzen, und nachher zu neuen Planeten und Monden sich bildeten. Diese schon von den Alten vorgetragene Zeugungstheorie der Weltkörper hat aber schon **Lambert** in seinen kosmologischen Briefen mit guten Gründen bestritten.

Da man in der Folge immer mehr überzeuget wurde, daß die Flecken keine von der Sonne entfernte Körper seyn konnten, sondern vielmehr auf selbiger lägen, so änderten sich auch die Meinungen über die Natur derselben. **De la Hire** [β]) stellt sie sich als Hervorragungen einer festen unordentlich gebildeten Masse vor, welche in der leuchtenden flüssigen Materie der Sonne schwimme, und sich in dieselbe manchmahl eintauche. Vermöge der Beobachtungen müßte sich aber diese Masse in mehrere Theile zertheilen, oft ganz zergehen, und sich in wenigern Stücken vereinigen. Außerdem müßten solche frey schwimmende Massen oft ihre Stellen gegen einander ändern, welches jedoch nicht wahrgenommen wird. **Hausen** muthmaßet, es könnten Stücken aus dem Innern der Sonne, das nicht glühe, auf die Oberfläche derselben geworfen seyn, durch Gewalt, wie etwa bey uns feuerspeyende Berge darstellen. Allein auch diese Meinung, die sich darauf gründet, daß die Sonne ein wirklich brennender Körper sey, hat nichts für sich.

De la Lande bemerket, wenn es frey bewegliche Körper wären, so möchte wohl ihre Bewegung nicht so regelmäßig,

α) Neue Muthmaßungen über die Sonnenflecken ꝛc. Gotha 1776. 4.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1700. 1702.

mäßig seyn, daß man aus ihr die Umwälzung der Sonne um ihre Axe ableiten könne; auch würde sie der Schwung, den diese Umwälzung verursachet, anders treiben; er hält sie vielmehr für Körper, die mit der Sonne wirklich verbunden sind. Auch de la Hire glaubte dieß als möglich, und bestimmte seine vorhin angeführte Meinung dahin, daß die dunkeln Massen Erhöhungen der Sonnenmasse seyn könnten, welche wie Klippen aus der leuchtenden Sonnenmaterie hervorragten, so wie die Nebel flache Stellen, welche von der leuchtenden Materie nur wenig bedeckt wären, und um die Klippen gleichsam Sandbänke bildeten. Dieser Meinung gibt de la Lande vielen Beyfall. Auch weichet Hrn. Bode's Hypothese wenig davon ab *). Dieser hält nämlich die Sonne für einen dunkeln Körper, wie unsere Erde, der aus Wasser bestehet, Berge und Thäler besitzet, und in einer Atmosphäre eingehüllt ist. Um diesen Körper befindet sich aber die Lichtmaterie im verdichteten Zustande, die um selbigen, wie die Luft um unsere Erde, strömet. Diese Lichtmaterie zieht sich zuweilen zurück, und verstattet uns die so entblößten dunkeln Theile ihrer Oberfläche zu beobachten. Sind diese entblößten Theile der Sonne so beschaffen, daß sie nur wenig Licht zurückwerfen, wie z. B. ein Meer, ein schattigtes Thal, eine Vertiefung, so erblicken wir einen mehr oder weniger dunkeln Flecken; sind es solche, die mehr Licht zurücksenden, z. B. sandigtes Erdreich, so sehen wir einen weißlichen Fleck oder eine Sonnenfackel. Die Nebel sind entweder wirklich hellere Theile auf der Sonnenfläche, welche den dunkeln Flecken der Mitte, der vielleicht eine Grube ist, umschließen, oder sie entstehen daher, daß der Lichtüberzug um die Ränder der Oeffnung sehr dünn ist, und die dunkle Fläche durchschimmern läßt. Diese Hypothese scheint wohl in aller Rücksicht die meiste Wahrscheinlichkeit zu haben, nur muß man sich die Berge, Meere u. s. f. von der Beschaffenheit, wie die auf unserer Erde gedenken.

*) Beschäfftigung. der Berliner Gesellsch. naturforschender Freunde, B. II. Berlin 1766. 8. S. 225 f.

Alexander Wilson [α]) hält die Sonnenflecken für konische Gruben in der Sonnenfläche, und die Nebel für den Abhang um den obern Theil der Grube. Seinen Beobachtungen gemäß zeigen die Flecken, wenn sie mehr an den Sonnenrand kommen, an der äußersten Seite eine Dunkelheit, die allmählig in Licht übergeht, an der innern aber ist das Dunkele vom Hellen durch eine scharfe Linie begrenzt. Vollkommen so müssen dunkele Vertiefungen auf einer hellen Kugel erscheinen. Er sieht also die Sonne als einen dunkeln Körper mit einem leuchtenden Ueberzuge an; die Oberfläche des Körpers besitze eine Unebenheit, der leuchtende Ueberzug trenne sich bisweilen, und lasse solche Tiefen leer, fließe aber endlich wieder darüber. Auch versichert **Kratzenstein** [β]), dieses grubenähnliche Ansehen der Flecken schon seit 1769 wahrgenommen zu haben.

Nach Herrn **Schröters** [γ]) Beobachtungen besitzet die Sonne eine ihr eigenthümliche Atmosphäre, welche einer auf das Klima sich beziehenden Verdickung und Erheiterung fähig ist. Einige dunkele Flecken rühren von der Atmosphäre her, andere aber können wirkliche Theile der Sonne seyn. Einige von den Sonnenstreifen oder Sonnenfackeln sieht er als Projektionen von Anhöhen und Abhängen an, andere hingegen betrachtet er als hebende Theile der Atmosphäre. Sonst gibt er der Meinung Beyfall, daß die Sonne planetenartig sey, und bloß eine Lichtatmosphäre um sich habe, von welcher sie ihren Glanz besitze. Nahe an der Sonne ist die Lichtatmosphäre am dichtesten, durchdringt aber mit ihren feinsten Theilchen einen beträchtlichen Theil des Sonnengebietes, und wird uns im Zodiakallicht sichtbar. Zunächst der Sonnenfläche vermischt sie sich mit der Atmosphäre der Sonne, daher die verschiedenen Erscheinungen der Sonnenflecken entstehen. Die Lichtsphäre ist an sich selbst unsichtbar, ihre Strahlen aber fallen theils durch die körperlichen Theile der

α) On the solar spots in Philosoph. Transact. Vol. LXIV. P. I. p. 1.
β) Acta litter. vniuers. Hafniens. 1778. n. V.
γ) Bode astronom. Jahrbuch für 1792.

der eigentlichen Atmosphäre und der Sonne selbst in unsere Augen, und verursachen, daß wir so wohl die Sonne selbst, als auch ihre Atmosphäre verschiedentlich leuchten sehen, nachdem sie nämlich vermöge ihrer verschiedenen Bestandtheile das Licht lebhafter oder schwächer reflektiren. Aehnliche Gedanken hat auch der Rector Fischer in Halberstadt so wohl von der Sonnenatmosphäre, als auch von den Flecken geäußert.

Vor ein Paar Jahren hat Herr Schröter einen merkwürdigen Sonnenflecken beobachtet, und dabey fernere Muthmaßungen über den Naturbau der Sonne mitgetheilet *). Am 20ten Nov. 1795 gegen Mittag fiel ihm nämlich südöstlich nahe am Sonnenrande mit größter Deutlichkeit ein erhabenes Ringgebirge mit einem davon eingeschlossenen wirklich eingetieften Thale ins Gesicht, gerade so, wie er sie um eben die Zeit am Monde, nahe an der Erleuchtungsgrenze erblickte. Der erhabene und dem Mittelpunkte der Sonne zugekehrte Theil hatte in seiner offenbar erhobenen Projektion etwas helleres, und die davon eingeschlossene Fläche, welche sich als vertieft darstellte, ein etwas matteres Licht, als die übrige Sonnenfläche, auch in der Mitte einen schwarzen Fleck ohne alle Erhabenheit und Vertiefung. Der größte Durchmesser mit Einschließung des Ringgebirges betrug 36 Sekunden. Da dieß Ringgebirge, es mochte entweder ein wahres Gebirge der Oberfläche, oder ein scheinbares atmosphärisches Lichtgebirge seyn, unter allen Hrn. Schröter bekannten Beobachtungen die höchste und deutlichste Projektion gab, so suchte er auf folgende Art die senkrechte Höhe desselben zu bestimmen. Stellt man sich nämlich ein Ringgebirge des Mondes vor, welches völlig eben so in der Sonne erscheinen soll, so müssen die Abmessungen desselben, z. B. Breite und Höhe, so viel Mahl größer seyn, als die Sonne entfernter und ihr wahrer Durchmesser größer ist. Nun bringt

*) Beobachtung eines merkwürdigen Sonnenfleckens nebst Bemerkung über den Naturbau der Sonne aus einer Abhandlung des Herrn Schröters in Voigts Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde, B. I. St. 2. S. 114.

bringt er gemessene Höhen und Tiefen von Ringgebirgen im Monde bey, und da diese bey größtentheils gleicher Projektion doch beträchtlich unterschieden ausfallen, so nimmt er ein Mittel aus 10 Höhen und 19 Tiefen. Setzt man nun die geographische Meile = 3811,6 Toisen, den wahren Durchmesser des Mondes = 465, und den der Sonne = 194490 geographische Meilen, so findet sich, der Voraussetzung gemäß, vom Ringgebirge der Sonne die senkrechte Höhe = 86,7 geographische Meilen, die senkrechte Tiefe der eingeschlossenen hohlen Fläche = 216,9; alles freylich nicht mit sonderlicher Gewißheit, wo Herr **Schröter** selbst die Unsicherheit aus einander setzet. Übrigens läßt sich nicht entscheiden, ob das Ringgebirge nur eine Anhäufung von atmosphärischem Lichtstoffe, oder fester Theil des durch verdünnte Atmosphäre gesehenen Sonnenkörpers ist. Je länger Herr **Schröter** die Sonne beobachtet, desto bedenklicher wird er in Beurtheilungen, ist aber doch wegen der Regularität und durchgehends richtiger Verhältnisse mehr geneigt, das Ringgebirge für etwas festes anzunehmen, obgleich die Abmessungen desselben für unsere geologischen Begriffe sehr groß sind, indessen für die Sonne immer noch kleiner, als die Abmessungen der Mondsberge, da 86 geographische Meilen nur $\frac{1}{2226}$ des Sonnendurchmessers betragen. Setzt man den Durchmesser der feinen Lichtpunkte am Saturnusringe, wenn seine Ebene in der Ebene der Ekliptik liegt, nach **Schröters** Beobachtungen nur $\frac{1}{3}$ Sekunde, den scheinbaren Durchmesser des Ringes in der Erdnähe 50 Sekunden, den wahren 40518 geographische Meilen, so gibt dieses Ungleichheiten, welche von der Ebene um 270 geographische Meilen abweichen. Dieß alles bestätiget die Hypothese, die Sonne sey ein fester mit Lichtstoffe umgebener Körper.

M. s. **de la Lande** astronomisches Handbuch a. d. Franz. Leipzig 1775 8. § 932 f. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde Th. I. § 393 f. **Kästner** Anfangsgründe der Astronomie. Götting. 1792. 8. S. 160 f. *Wolfii* elementa astronomiae. Pars II. cap. I.

Sonnen-

Sonnenjahr (annus solaris, année solaire) heißt diejenige Zeit, während welcher die Sonne vermöge ihrer eigenen Bewegung ein Mahl um den Himmel läuft, oder durch alle 12 Zeichen am Himmel geht. Weil aber die Bewegung der Sonne nur scheinbar ist, so muß man eigentlich unter einem Sonnenjahre diejenige Zeit verstehen, in welcher die Erde ein Mahl um die Sonne läuft. Wegen der Vorrückung der Nachtgleichen, und wegen der von Zeit zu Zeit veränderten Lage der Apsidenlinie hat man drey Sonnenjahre zu merken. Diejenige Zeit nämlich, welche die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn vom Frühlingspunkte angerechnet bis wieder zu demselben zurückzukommen brauchet, heißt das **tropische Jahr**; die Zeit des Umlaufs der Sonne aber von einem Fixstern angerechnet, bis sie das nächstfolgende Mahl zu dem nämlichen Fixstern kommt, das **siderische Jahr** oder das **Sternjahr**, und endlich die Zeit des Umlaufs der Sonne von der Erdferne angerechnet, bis sie wieder an diesen Ort anlangt, das **anomalistische Jahr**.

Weil im gemeinen bürgerlichen Leben die Eintheilung der Zeit und die Abwechselungen der Tageslängen und der Jahreszeiten durch den Stand der Sonne gegen die Nachtgleichungspunkte am bequemsten bestimmt werden, so hat man auch hierzu am schicklichsten das tropische Sonnenjahr gewählet, welches nach den genauesten Beobachtungen 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 48,016 Sek. lang ist. Wie nun hiernach die Eintheilungen im gemeinen bürgerlichen Leben sind bestimmt worden, davon geben die Artikel, **Jahr**, und **Kalender** Unterricht.

Da nun jährlich die Länge der Sterne um 50,3″ und die Länge der Erdferne um 1′ 5½″ größer wird, so ist das siderische Jahr um 20′ 26″, und das anomalistische Jahr um 26′ 35″ länger als das tropische. Mithin beträgt das siderische 365 Tage 6 Stunden 9 Minuten 14,016 Sekunden, und das anomalistische 365 Tage 6 Stunden 15 Min. 23,016 Sek.

Sonnenmikroskop (microscopium solare, microscope solaire). Unter diesem Ausdrucke versteht man ein

opti

optisches Werkzeug, wodurch große Bilder sehr kleiner von der Sonne stark erleuchteter Objekte auf einer Ebene in einem dunkeln Zimmer dargestellet werden können.

Wenn von einem sehr kleinen Objekte (fig. 80.) lk, welches von einer erhabenen Glaslinse hi etwas weiter, als dessen Brennweite cf beträgt, entfernet ist, so wird dadurch hinter der Linse hi ein stark vergrößertes umgekehrtes Bild ab zuwege gebracht (m. s. Linsengläser), welches desto größer ausfallen wird, je größer cm in Vergleichung mit cn ist. Es kann aber dieses Bild kein größeres Licht haben, als von dem Objekte lk auf die Linse hi fällt, welches noch dazu in der Linse selbst etwas geschwächt wird. Da sich aber dieses Licht bey sehr starken Vergrößerungen in einen großen Raum ab verbreitet, so wird dadurch das Bild ab sehr schwach erleuchtet werden, und also dunkel und undeutlich ausfallen. Um nun diesem Bilde mehr Licht zuzusenden, und es stark zu erleuchten, macht man die Einrichtung so, daß ein ebener Spiegel fg Sonnenlicht auffängt, welches gegen das erhabene Glas de gesendet wird, und von da auf den Gegenstand lk fällt. Wenn nun dieser Gegenstand lk viel Licht durchsendet, so muß auch nothwendig sein Bild ab dadurch stark erleuchtet werden. Noch kenntlicher und deutlicher wird das Bild ausfallen, wenn es in einem dunkeln Zimmer aufgefangen wird.

Die Verbindung des kleinen Objektes lk mit der Linse ist hier gerade so, wie bey dem Wilsonischen Mikroskope. M. s. Mikroskop. Es bestehet also das gewöhnliche Sonnenmikroskop zu durchsichtigen Objekten aus einer Röhre, einem Planspiegel, einem Erleuchtungsglase und einem Wilsonischen Mikroskope. Die Röhre ist etwa 2 Zoll weit, und in einer runden Büchse von Holz befestiget, welche in einer viereckten Tafel nach Belieben gedrehet werden kann. Die Tafel wird alsdann mit der Büchse und Röhre im Loche eines Fensterladens so befestiget, daß sonst kein Licht, ohne durch die Röhre, ins Zimmer kommen kann. Um aber das Licht in horizontaler Richtung durch die Röhre ins Zimmer

zu leiten, wird von der Außenseite der um ihre Axe beweglichen Büchse der ebene Spiegel fg vermittelst eines Gewindes befestiget, welcher durch Hülfe eines aus Gelenken zusammengesetzten durch die Tafel gehenden Stabes, oder statt dessen durch Hülfe einer Schnur, unter jedem nöthigen Winkel gegen die Tafel geneigt werden kann. Diese Bewegung mit der andern verbunden, welche bey Umdrehung der Büchse zuwege gebracht wird, dienet den Spiegel jedes Mahl in die nöthige Lage zu bringen, und das von ihm zurückgeworfene Licht durch die Röhre ins Zimmer zu leiten. Damit aber die Erleuchtung des Bildes nicht zu schwach ausfalle, wird an dem Ende der Röhre, wo von außen das Licht hinein fallen soll, das Erleuchtungsglas ed eingesetzt; an dem andern Ende der Röhre aber ins Zimmer hinein wird ein Wilsonisches Taschenmikroskop angeschraubet, welches das zu betrachtende Objekt in einem Schieber festhält. Auf solche Art wird von dem Gegenstande ein deutliches und schönes Bild auf einem dagegen gestellten Schirme von weißem Papiere ungemein vergrößert dargestellt.

Herr **Kästner** α) führet an, er habe die erste Nachricht von Sonnenmikroskopen bey **Sam. Reyher**, Prof. in Kiel, gefunden β), und nach Anführung des Baron **von Gleichen**, genannt **Rußworm** γ) soll **Balthasoris** zu Erlangen im Jahre 1710 ein Sonnenmikroskop verfertiget haben. In derjenigen Gestalt aber, in welcher die Einrichtung des Sonnenmikroskops angeführet ist, wurde es erst im Jahre 1738 oder 1739 von D. **Lieberkühn** erfunden. Verschiedene meinen, **Kirchers** so genannte Zauberlaterne habe **Lieberkühn** zur Erfindung des Sonnenmikroskops Veranlassung gegeben. Er zeigte diese seine Erfindung bey seinem Aufenthalte in England im Winter 1739 verschiedenen Gelehrten und Künstlern, besonders dem Künstler Herrn **Cuff**, welcher nachher dergleichen Werkzeuge

α) Anfangsgründe der Dioptrik, 4te Aufl. 1792. §. 108.
β) Mathesis mosaica. Kil. 1679. p. 171. n. 23.
γ) Abhandlung von Sonnenmikroscopen. Nürnb. 1781. 4.

zeuge in großer Vollkommenheit und zahlreich verfertigte. Die erste Nachricht davon gibt Baker α), der durch ein solches Instrument die Adern in dem Gekröse eines Frosches bis auf 2 Zoll im Durchmesser vergrößert und die darin fortrollenden Blutkügelchen so groß als Pfefferkörner gesehen hatte.

Der Gebrauch des Sonnenmikroskops wird dadurch ungemein erschwert, daß der Spiegel fg von Zeit zu Zeit nach dem Laufe der Sonne eine veränderte Stellung erhalte. Die hierzu nöthige Bewegung des Spiegels wird gewöhnlich durch zwey Schrauben bewerkstelliget, wovon die eine denselben horizontal, die andere aber vertikal umwendet. Da aber diese Schrauben im dunkeln Zimmer gedrehet werden müssen, wo man Spiegel und Sonne nicht sehen kann, so fällt es schwer, und erfordert eine Uebung, dem Spiegel die gehörige Stellung zu geben. s'Gravesande hat eine eigene Vorrichtung unter dem Nahmen heliostata angegeben, welche mittelst eines Uhrwerkes den Spiegel so drehet, daß er beständig Sonnenstrahlen auffangen, und sie horizontal ins Zimmer senden kann. Diesen Heliostat beschreibet Martin β); die Stellung desselben scheinet aber doch mühsam, und der dazu gehörige Apparat zum gemeinen Gebrauche zu kostbar zu seyn. Wiedeburg γ) gab daher eine andere Vorrichtung zur Stellung des Spiegels an; es wird nämlich der Spiegel vermittelst eines Räderwerks zwischen zwey Platten beweget, wobey die Bewegung zwar wegen der dabey angebrachten Schrauben langsam von Statten gehet, jedoch aber mit der Fortrückung der Sonne sehr leicht und behend erfolget.

Uebrigens ist der Gebrauch des Sonnenmikroskops überaus nützlich. Man ist durch dieses Instrument die Vergleichung des abgebildeten Gegenstandes so hoch zu treiben im Stande,

α) Philosoph. transact. Vol. XLI. Nro 458. sept. 1740 p. 508.

β) Philosophia Brittanni. Deutsche Uebersetzung. Leipz. 1772. 8. B. III. S. 106 u. f.

γ) Beschreibung eines verbesserten Sonnenmikroscops. Nürnberg 1758. 4. neue Aufl. 1775. 4.

Stande, daß sich derjenige gar keinen rechten Begriff davon machen kann, der das Schauspiel nicht selbst gesehen hat. Ein sehr kleines Objekt, z. B. ein Gelenke von einem Fliegenbeine, Schmetterlingsstaub, Käsemilben u. s. f. kann dadurch so sehr vergrößert werden, daß das Bild eine Höhe an der Wand von 9 und mehreren Ellen einnehmen kann. Hierbey hat man noch den Vortheil, daß dieses ungeheure Bild in einer bequemen Entfernung von mehreren Personen zugleich betrachtet werden kann, da bey den gewöhnlichen Mikroskopen das Auge immer eine unbequeme Stellung durchs Nahebringen an das Okular annehmen muß. Ueberdem kann aber auch kein besseres Werkzeug bey mäßiger Vergrößerung zum Abzeichnen der Gegenstände gedacht werden, als wirklich das Sonnenmikroskop ist. Noch bequemer wird es zur letzten Absicht, wenn es mit einer tragbaren Camera obscura verbunden wird. Wenn nur alsdann das Auge und das Bild, welches auf einem matt geschliffenen Glase oder auf einem Papiere aufgefangen wird, völlig im Dunkeln stehen, so wird die Abbildung der Gegenstände dadurch ungemein deutlich. Beschreibungen hiervon findet man bey **Ledermüller** α) und **Brander** β).

Bey der gewöhnlichen Einrichtung des Sonnenmikroskops, wobey das Sonnenlicht auf die Rückseite des abzubildenden Gegenstandes fällt, findet eine doppelte Unbequemlichkeit Statt; die eine ist nämlich diese, daß man bloß durchsichtige Objekte brauchen kann, und die zweyte, daß nicht allein die Oberfläche derselben, sondern zugleich alles, was im Innern enthalten ist, mit dargestellet wird, welches man besonders bey Abbildungen der Gegenstände nicht verlangt. Dieserwegen hat man auch auf Einrichtungen gedacht, die Objekte von der Vorderseite her zu erleuchten, und mithin Sonnen-

α) Nachlese seiner Gemüths- und Augenergötzung. Nürnb. 1762. 4. S. 41 u. f. Tab. XXI. XXII.

β) Kurze Beschreibung einer genauen Camerae obscurae und eines Sonnenmikroscops. Augsb. 1769. 8.

nenmikroskope für undurchsichtige Gegenstände zu verfertigen. Eine solche Einrichtung gab schon Lieberkühn seinem Sonnenmikroskope, und Aepinus [α]) erzählet, daß er eine Probe davon mit großem Vergnügen beym Lieberkühn selbst gesehen habe. Der Erfinder ward aber durch den Tod verhindert, seine Anordnung bekannt zu machen, und Aepinus konnte sich derselben nicht mehr erinnern, als er die Nachricht davon bekannt machte, und ward dadurch bewogen, selbst der Sache nachzudenken. Er that den Vorschlag, dem gewöhnlichen Sonnenmikroskope noch zwey Bleche (fig. 81.) ab und cb beyzufügen, die bey b durch ein Gewinde verbunden sind, und durch die Schraube n und durch die Feder m in dem nöthigen Abstande von einander gehalten werden. Durch das Erleuchtungsglas werden die Strahlen de und fg gegen den an der innern Platte cb befestigten Spiegel eg hingelenkt, von welchem sie auf den Gegenstand lk reflektiret werden, und dessen Vorderseite erleuchten. Von diesem Objekte endlich fallen sie auf die Linse hi, die in der Platte cb stehet, gehen durch ein Loch in der Vorderplatte ab, und entwerfen auf der Fläche das verlangte Bild.

Euler [β]) hatte schon vorher eine Art angegeben, verschiedenen Unbequemlichkeiten bey dem Gebrauche des Sonnenmikroskops mittelst eines durchlöcherten Hohlspiegels abzuhelfen. M. s. Zauberlaterne. Auch Zeiher [γ]) hat zweyerley Einrichtungen in dem Zubehöre des Sonnenmikroskops angegeben, in so fern man undurchsichtige Objekte dadurch betrachten will, eine für größere, die andere für kleinere Gegenstände.

Martini [δ]) machte endlich ein sehr vollkommenes Werkzeug dieser Art bekannt, welches von dem jüngern Adams [ε]) beschrie-

α) Emend. microscopii solaris in Nov. comment. Petropol. Tom. IX. p. 316.

β) Emendatio laternae magicae ac microscopii solaris, in nov. commentat. Petropol. Tom III. p. 363.

γ) Descriptio duplicis microscopii solaris apparatus obiectis opacis adaptati, in nov. commentat. Petrop. Tom. X. p. 299.

δ) Description and use of an opake solar microscope. Lond. 1774. 8.

ε) Essay on the microscope. Lond. 1787. 4. p. 92 sq. Plate V.

beschrieben und abgebildet worden ist. Der Gegenstand befindet sich hierbey in einem eigenen Gehäuse, worin ein Planspiegel das durchs Erleuchtungsglas zusammengebrachte Licht auf die Vorderseite desselben reflektiret.

M. s Smith's Lehrbegriff der Optik, durch Kästner S. 346. Priestley Geschichte der Optik S. 527 u. f. *Adam's* essay on the microscope. Lond. 1787. 4. p. 92 seq.

Sonnenmonat s. Monat.

Sonnennähe (perihelium, perihélie) heißt diejenige Stelle einer Planeten- oder Kometenbahn, in welcher der Planet oder Komet der Sonne am nächsten ist. Die große Axe einer jeden Planeten- oder Kometenbahn geht nach **Keplers** Entdeckung durch die beyden Brennpunkte dieser elliptischen Bahn, in deren einem die Sonne sich befindet, mithin trifft diese die beyden merkwürdigen Punkte in selbiger, nämlich die Sonnenferne und die Sonnennähe. Es liegt daher die Sonnennähe der Sonnenferne gerade gegenüber.

Weil von der Sonnenferne an die Anomalien gerechnet werden, so müssen diese in der Sonnennähe gerade 180 Grade oder 6 Zeichen machen. M. s. Anomalie. Und da ferner vermöge der Keplerischen Regeln beyde Hälften der Bahnen in gleichen Zeiten beschrieben werden, so muß auch in der Sonnennähe die mittlere Anomalie mit der wahren einerley seyn; also verschwindet hier der Unterschied beyder Anomalien oder die Gleichung der Bahn.

Nach den Keplerischen Regeln müssen aber auch die Planeten in gleichen Zeiten gleich große Sektoren ihrer Bahnen, welche die Radilvektoren von der Sonne aus beschreiben, zurücklegen, mithin muß ihre Geschwindigkeit desto größer seyn, je näher sie der Sonne sind; folglich ist ihre Geschwindigkeit in der Sonnenfläche am größten, oder ihr Lauf daselbst am schnellsten.

Unsere Erde kommt im December in die Sonnennähe, wenn die Sonne im 9ten Grade des Steinbocks gesehen wird. Es muß daher zu dieser Zeit die Sonne am schnellsten fortzurucken scheinen, und zugleich ihr scheinbarer Durchmesser

am größten seyn. Was die Sonnennähen der übrigen Planeten betrifft, so stehen diese allemahl den Sonnenfernen gerade gegenüber, und verändern sich daher eben so wie diese. M. s. Sonnenferne.

Die Kometen sind für uns nur sichtbar, wenn sie sich in der Nachbarschaft der Sonnennähe befinden; in den Sonnenfernen können wir sie wegen der sehr großen Entfernung von der Sonne und der Erde nicht sehen. Daher rechnet man bey der Bestimmung ihres Laufs die Anomalien von der Sonnennähe aus, und der Ort der Sonnennähe von der Sonne aus gesehen nebst der Zeit des Durganges durch dieselbe und ihre Entfernung von der Sonne gehören zu den vornehmsten Elementen der Kometenbahnen. M. s. Elemente der Bahn.

Sonnenrauch s. Nebel.

Sonnensystem (systema solare, systeme solaire) heißt überhaupt eine jede Verbindung einer Sonne mit den sie umlaufenden Himmelskörpern. So bestehet nach der Kopernikanischen Vorstellung unser Sonnensystem aus der Sonne verbunden mit den übrigen Planeten und ihren Monden nebst den Kometen, welche alle um die Sonne, als den Hauptkörper im Systeme, herumlaufen. M. s. Sonne, Planeten, Nebenplaneten, Kometen, Weltsystem. Die neuere Astronomie hat uns aber noch weit erhabenere Begriffe von der Schöpfung des Universums verschafft, als selbst die Alten zu fassen vermochten; sie macht es uns sehr wahrscheinlich, daß ein jeder Fixstern eine Sonne sey, um welchen sich mehrere dunkele Körper herum bewegen, und folglich jeder Fixstern nebst seinen mit ihm verbundenen Körpern ein Sonnensystem ausmache. Dem zu Folge besteht das ganze Universum aus einer unendlichen Menge von Sonnensystemen. M. s. Fixsterne, Weltgebäude.

Sonnentag s. Sonnenzeit.

Sonnenwenden, Sonnenstände, Sonnenstillstandspunkte, Solstitialpunkte (puncta solstitiorum, points solstitiaux) heißen die beyden Punkte der Ekliptik,

welche

welche von dem Aequator am weitesten entfernet sind. Aus der Sphärik erhellet, daß diejenigen Punkte, in welchen zwey größte Kreise am weitesten von einander entfernet sind, von den Durchschnittspunkten beyder Kreise um 90° abstehen, und daß sie einander diametral entgegengesetzet sind. Es stehen daher auch die Solstitialpunkte von den Nachtgleichungspunkten um 90° oder um 3 Zeichen ab, und ihre Entfernung selbst von einander beträgt 180°.

Wenn die Sonne in ihrer scheinbaren Bewegung um den Himmel in einen dieser Punkte kommt, wo sie also entweder am höchsten über oder am tiefsten unter dem Aequator in der Ekliptik steht, so ist sie dem Nord- oder Südpole am nächsten, und verursachet dadurch, daß die Nord- oder Südländer ihren längsten Tag und ihre kürzeste Nacht haben. Von diesem Punkte an scheinet sie zum Aequator wieder zurück zu kehren, und eben von dieser Anwendung des scheinbaren Sonnenlaufs ist der Nahme **Sonnenwenden** entstanden. Die Theile der Sonnenbahn nahe an den Solstitialpunkten sind beynahe einander parallel; daher scheinet daselbst die Sonne ihre Entfernung von dem Aequator nicht merklich zu ändern, und gleichsam einige Tage still zu stehen, woher der Nahme **Sonnenstände** oder **Sonnenstillstandspunkte** entstanden ist. Auch nennt man diejenigen Kreise durch die Solstitialpunkte, welche mit dem Aequator parallel laufen, **Wendekreise**.

Derjenige Solstitialpunkt, welcher dem Nordpol am nächsten liegt, und in seiner scheinbaren Bewegung diesen Punkt um den 21sten Juni erreicht, heißt der **Sommerpunkt**, **Sommersonnenwende** (punctum solstitii aestiui), oder auch **der erste Punkt des Krebses** (0° ♋); der andere Punkt aber, welcher dem Südpole am nächsten liegt, und welchen die Sonne um den 23 December erreicht, heißt der **Winterpunkt**, die **Wintersonnenwende** (punctum solstitii hiberni) oder der **erste Punkt des Steinbocks** (0° ♑).

Sonnenwende, Zeit der Sonnenwende, Zeit des Sonnenstillstandes (solstitium, solstice) heißt eigentlich der Augenblick, in welchem der Mittelpunkt der Sonne bey ihrem scheinbaren Umlaufe um den Himmel in einen der Solstitialpunkte kommt, oder die größte Entfernung vom Aequator erreichet. Weil aber die Sonne beständig fortruckt, so verläßt sie auch in dem folgenden Augenblicke diesen Ort wieder, und ihre Entfernung vom Aequator muß daher wieder kleiner werden. Inzwischen ist diese veränderte Entfernung von dem Aequator wegen der sehr langsamen Bewegung der Sonne einige Tage lang unmerklich, und man kann daher ohne Irrthum annehmen, ihre Entfernung von dem Aequator sey den ganzen Tag über gleich. Auf solche Art wird der ganze Tag ein **Tag der Sonnenwende** (dies solstitii, jours de solstice). Dieser Voraussetzung gemäß ist also der Tagekreis der Sonne an diesem Tage mit einem der Wendekreise einerley. Es beschreibet also die Sonne den Wendekreis des Krebses um den 21ten Juni, und um den 23ten December den Wendekreis des Steinbocks.

Der Tagekreis der Sonne, welcher mit dem Wendekreis des Krebses zusammenfällt, schneidet die Horizontalkreise der Nordländer so, daß der größte Theil desselben über, der kleinste Theil aber unter diese Horizonte fällt; derjenige Tagekreis hingegen, welcher mit dem Wendekreis des Steinbocks zusammenfällt, schneidet sich mit dem Horizonte der Nordländer so, daß der kleinste Theil desselben über diesen Horizonten liegt, der größte Theil aber unter denselben verborgen ist. Daher haben die Nordländer zur Zeit der Sonnenwende um den 21ten Juni den längsten Tag und die kürzeste Nacht, hingegen zur Zeit der Sonnenwende um den 23ten December den kürzesten Tag und die längste Nacht. Für die Südländer verhält sich alles gerade umgekehrt.

Weil mit der Zeit der Sonnenwende, da die Sonne in den Krebs tritt, bey den Nordländern der Sommer seinen Anfang nimmt, und zur Zeit der andern Sonnenwende der Winter,

Winter, so hat daher unser längster Tag den Nahmen **Sommersonnenwende** (solstitium aestiuum, solstiçe d'été), und der kürzeste den der **Wintersonnenwende** (solstitium hibernum, solstice d'hiver) erhalten.

Sonnenzeit (tempus solare, temps mesuré par la revolution apparente du soleil) wird diejenige Zeit genennet, welche von dem täglichen scheinbaren Umlauf der Sonne abhängt. Man hat aber **wahre Sonnenzeit** (tempus solare verum) von **mittlerer Sonnenzeit** (tempus solare medium) zu unterscheiden.

Wenn die Sonne beständig bey einem und demselben Fixsterne erschiene, oder in einem Punkte des Himmels bliebe, so wäre die Sternzeit der Sonnenzeit völlig gleich. M. s. **Sternzeit**. Es ruckt aber die Sonne in einem Sterntage oder während einer Umwälzung der Himmelskugel um etwa 1° nach Morgen fort. Wenn also gerade jetzt ein Fixstern mit der Sonne zugleich im Mittagskreise eines Ortes sich befindet, so wird der nämliche Fixstern nach 24 Sternstunden wieder in eben demselben Mittagskreise sich befinden, die Sonne aber noch 1° gegen Morgen stehen; mithin muß sich nun noch die Himmelskugel um 1° fortwälzen, ehe die Sonne in den Mittagskreis ankommt. Die Zeit zwischen zweyen wahren Mittagen heißt der **wahre Sonnentag**. Es ist also der Sterntag vom wahren Sonnentage verschieden, nämlich letzterer ist etwa 4′ größer als ersterer. Uebrigens wird noch der wahre Sonnentag, so groß oder so klein er auch seyn mag, in 24 gleiche Theile oder in **wahre Sonnenstunden** getheilet. Die wahre Sonnenstunde theilet man ferner in 60 Minuten, die Minute in 60 Sekunden u. s. f. ein, welche also Minuten, Sekunden u. s. wahrer Sonnenzeit sind.

Unsere gewöhnlichen Uhren werden nach dieser Sonnenzeit eingerichtet, ob sie gleich selten die wahre Sonnenzeit angeben, wie bald weiter erhellen wird. Wollte man den Sternentag zum Zeitmaße gebrauchen, so würden die hiernach eingerichteten Uhren den Mittag monatlich 2 Stunden

 früher

früher angeben, als die Sonne Mittag zeiget, und nach 6 Monaten um die wahre Mitternachtszeit der Sonne 12 Uhr Mittags bestimmen. Auch bey den astronomischen Beobachtungen werden die zu bestimmenden Zeitpunkte nach wahrer Sonnenzeit und ihren Theilen angegeben.

Indessen sind die wahren Sonnentage unter sich selbst nicht von gleicher Länge. Diese Ungleichheit hat eine doppelte Ursache: die erste ist, weil die Sonne selbst sich nicht gleichförmig beweget. M. s. Sonne. Im Sommer rückt sie nur täglich 57′ und im Winter 61′ fort; die zweyte Ursache ist, weil die Sonne nicht im Aequator, nach welchem die Stunden gerechnet werden, sondern in ihrer eigenen um $23\frac{1}{2}°$ gegen den Aequator geneigten Bahn oder der Ekliptik fortgeht, so daß daher, wenn auch ihre Bewegung das ganze Jahr hindurch gleichförmig wäre, dieselbe doch, auf den Aequator reducirt, ungleiche Bogen geben würde. Dieß erläutert die fig. 82. wo nämlich a ♈ einen Quadranten des Aequators, und ♋ ♈ einen Quadranten der Ekliptik vorstellet. In der Gegend ♈ gehe die Sonne in einem Tage in den Bogen ♈ c fort, so wird sie dadurch nicht gerade Morgenwärts oder mit ♈ a parallel fortgeschoben, sondern sie rückt vielmehr gegen Morgen so weit fort, als das Stück ♈ b ausmacht; bey ♋ hingegen beweget sie sich in einem Tage in den Bogen e ♋ fort, welcher Bogen ziemlich genau mit ♈ a parallel ist, mithin ist er eben so groß als a d; hier wird sie also um die ganze Größe ihrer Bewegung weiter gegen Morgen fortgeschoben. Wenn also gleich die Bogen ♈ c und e ♋ gleich groß sind, so ist doch der Bogen a d weit größer als ♈ b, oder die Bewegung der Sonne in der Ekliptik auf den Aequator reducirt beträgt im ersten Falle weit mehr als im andern.

Hieraus erhellet also, daß die wahren Sonnentage um die Wintersonnenwende am längsten seyn müssen, weil um diese Zeit die Sonne nicht allein am schnellsten, sondern auch ganz parallel mit dem Aequator fortzurucken scheinet. In dieser Rücksicht kann man also sehr richtig sagen, daß

unsere

unsere Wintertage, von einem Mittage zum andern gerechnet, länger sind, als im Sommer und um die Nachtgleichen.

Von der Veränderung der Sonnentage hängt aber auch nothwendig die Veränderung ihrer Stunden, Minuten, Sekunden u. s. ab. Daher können unsere gewöhnlichen Uhren, welche als Maschinen einen beständig gleichförmigen Gang haben, die wahre Sonnenzeit nicht angeben. Hingegen Sonnenuhren oder Gnomons zeigen jederzeit die wahre Sonnenzeit.

Um nun aber ein beständig gleichförmiges Zeitmaß aus dem Sonnenlaufe zu erhalten, wornach sich die Stellung unserer Uhren richtet, hat man aus den ungleichen Längen der Sonnentage eine mittlere Größe im Durchschnitte gewählet, welche der **mittlere Sonnentag** genannt wird, der also das ganze Jahr hindurch sich immer gleich bleibet. Dieses gleichförmige Zeitmaß in 24 Stunden, jede Stunde in 60 Minuten, jede Minute in 60 Sekunden u. s. f. getheilt, gibt also Stunden, Minuten, Sekunden u. s. mittlerer Sonnenzeit.

Man stellt sich also außer der wahren Sonne gleichsam noch eine andere vor, welche im Aequator gleichförmig fortruckt, und auf solche Art ihren jährlichen Umlauf in eben der Zeit vollendet, in welcher die wahre Sonne ihre ganze Bahn zu durchlaufeu scheinet. Diese Zeit ist das tropische Sonnenjahr von 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten 48 Sekunden. M. s. **Sonnenjahr**. Wenn also die sich so vorgestellte Sonne in dieser Zeit den ganzen Aequator oder 360 Grade gleichförmig durchläuft, so kommen auf jeden mittleren Sonnentag 59′ 8,3″ des Aequators. Es hat also die sich eingebildete Sonne, um wieder im Mittagskreis zu kommen, einen Sternentag, und überdem noch so viele Zeit nöthig, als 59′ 8,3″ des Aequators gebrauchen, um durch den Mittagskreis zu gehen. M. s. **Aequator**. Dieß macht also

für 59′ — 59 × 4 Sek. = 3 Minut. 56 Sek.

für 8,3″ — 8,3 × 4 Tert. = 33 Tert.

 folglich

folglich beträgt der mittlere Sonnentag 24 Stund. 3 Min. 56 Sekund. 33 Tert. = 86636,3 Sek. Sternzeit.

Hieraus läßt sich nun auch leicht bestimmen, wie viel der Sterntag in mittlerer Sonnenzeit ausmache. Wenn man nämlich die Sekunden der mittleren Sonnenzeit mit $\int$ und die der Sternzeit mit σ bezeichnet, so hat man

den mittleren Sonnentag = 86400 $\int$

den Sterntag = 86400 σ

mithin erhält man daraus den Reduktionssatz

$86400 . \int = 86636,3 . \sigma$

und nach der Regel Detri findet man

$86636,3 . \sigma : 86400 . \sigma = 86400 . \int : 86164 . \int$

also machen $86164 . \int = 86400 . \sigma$ = Sterntag, oder der Sterntag hält 86164 Sek. oder 23 Stund. 56 Minut. 4 Sekund. mittlerer Sonnenzeit, und das Verhältniß der Sternzeit zur mittleren Sonnenzeit beruht auf diesen beyden Gleichungen

mittlerer Sonnentag = 86636,3 Sek. Sterntag

Sterntag = 86164 Sek. mittlere Sonnenzeit.

Da also alle 360 Grade des Aequators zu ihrem Durchgange durch den Mittagskreis 86164 Sek. mittlerer Sonnenzeit verlangen, so schiebt sich 1° des Aequators in 239,3 Sekund. oder 3 Minut. 59,3 Sekund., 1' des Aequators in 3 Sek. 59 Tert. u. s. f. fort. Ferner läßt sich auch sehr leicht finden, wie viel Grade oder Theile davon des Aequators in einer Stunde, Minute, Sekunde u. s. f. mittlerer Sonnenzeit durch den Mittagskreis geschoben werden. Weil nämlich in 24 Stunden mittlerer Sonnenzeit $360^\circ\,59'\,8'',3$ des Aequators durch den Mittagskreis gehen, so schieben sich in 1 Stunde $15^\circ\,2'\,28''$, in einer Minute $15'\,2''\,28'''$, in einer Sekunde $15''\,2,5'''$ u. s. f. hindurch. Man nennt dieß, mittlere Zeit in Bogen des Aequators in mittlere Zeit verwandeln.

Nach dieser mittleren Sonnenzeit werden unsere gewöhnlichen Uhren gestellet. Bey den astronomischen Beobachtungen aber kommt es nicht darauf an, ob sie nach einer

Stern-

Sternuhr oder nach einer, die mittlere Sonnenzeit weiset, gemacht werden, wenn nur sonst die Uhren einen genau gleichförmigen Gang besitzen. Denn die nach einer solchen Uhr bemerkte Zeit wird sich sehr leicht auf mittlere oder wahre Sonnenzeit reduciren lassen, wenn nur die Zeitdauer bey einem vorhergehenden und nachfolgenden Durchgange ein und des nämlichen Fixsternes oder der Sonne nach der Uhr richtig bemerket worden. Soll aber eine solche Uhr genau mittlere Sonnenzeit angeben, so muß sie zwischen zweyen Durchgängen eines Fixsternes um 23 Stunden 56 Minut. 4 Sekund. fortgehen. Mehr hiervon unter dem Artikel, Zeit.

Auch sind die Zeitangaben in den astronomischen Tafeln nach dieser mittleren Sonnenzeit zu verstehen, die also im nöthigen Falle auf wahre Sonnenzeit gebracht werden müssen.

Der Unterschied zwischen der wahren und mittleren Sonnenzeit wird die Zeitgleichung genannt, wovon unter dem Artikel, Gleichung der Zeit, ist gehandelt worden.

Sonometer s. Ton.

Sonntagsbuchstabe s. Kalender.

Spangrün s. Kupfer.

Spannung (tensio, tension). Wenn die Theile eines festen Körpers durch irgend eine Kraft gedehnet werden, ohne daß sie sich von demselben trennen oder losreissen, so sagt man, der Körper sey gespannt, und die daher erfolgte Wirkung heißt die Spannung. So spannt man Fäden, Dräthe, Saiten u. s. f. wenn sie an dem einen Ende befestiget, und am andern Gewichte angehängt, oder andere ziehende Kräfte angebracht sind, wodurch sie um ein beträchtliches verlängert werden können, ohne jedoch zu zerreissen. Indessen gibt es auch sehr viele Körper, deren Theile schon im natürlichen Zustande gespannt sind, ohne daß eine äußere dehnende Kraft angebracht ist. Dergleichen Körper sind besonders diejenigen, welche vorher im Feuer geschmolzen und nachher schnell abgekühlet sind, wie z. B. Glas, Stahl u. dergl. Eben von dieser Spannung

der

der Theile rühret das Zerfallen der so genannten Batavischen Glastropfen, Glaswürmer und Bologneser Flaschen in Glasstaub her, wenn sie sind verletzet worden.

Wenn die Spannung der Theile eines Körpers so groß wird, daß dadurch der Zusammenhang aufhöret, so zerreisset daselbst der Körper, und die Spannung fällt natürlich weg.

Es kann keine Spannung anders Statt finden, als wenn die Theile in einem gewissen Grade ausgedehnet werden können, ohne sich von einander zu trennen, d. h. bloß elastische Körper können gespannt werden. Da nun alle mögliche Körper einen gewissen Grad von Elasticität besitzen, so müssen sie auch diesem Grade gemäß gespannt werden können, d. h. ein mehr elastischer Körper kann stärker, ein minder elastischer Körper weniger gespannt werden, ehe sie zerreissen. So kann eine elastische Stahlfeder einen außerordentlichen Grad der Spannung erleiden, ohne zu zerreissen, da im Gegentheil eine elastische Feder von anderm Metalle, z. B. von Messing, eine weit geringere Spannung aushalten kann.

Auch hängt von der größern oder geringern Spannung der Körper die größere oder geringere Geschwindigkeit ihrer Schwingungen und folglich ihrer höhern und niedrigern Töne ab. M. s. Elasticität, Saiten, Klang, Ton.

Spathsäure s. Flußspathsäure.

Specifisch, eigenthümlich (specificum, specifique) heißt dasjenige, was einer gewissen Art von Körpern unter gewissen Umständen eigen ist, und wodurch es von andern Arten der Körper unterschieden wird. In der Physik bezeichnet man mit dem Ausdrucke specifisch gewisse Eigenschaften und Wirkungen der Körper, deren Verhältniß gegen andere Eigenschaften, als z. B. Gewicht, Dichtigkeit, Elasticität, Menge der Materie, Größe u. s. f. beständig dasselbe bleibet, so lange die Körper keine Aenderung erleiden, so daß man dieses Verhältniß als ein eigenthümliches Kennzeichen eines Körpers von eben derselben Art betrachten kann. In dieser Bedeutung gebrauchet man das Wort bey

den Ausdruckungen specifische Wärme, specifisches Gewicht, specifische Elasticität, und unterscheidet diese von der absoluten Wärme, dem absoluten Gewichte, und der absoluten Elasticität.

Inzwischen druckt das Wort specifisch nur etwas relatives aus, indem man bloß dadurch das Verhältniß gewisser Eigenschaften der Körper gegen andere, welche das Mehr oder Weniger betreffen, bestimmen kann. So läßt sich z. B. gar nicht sagen, wie groß das specifische Gewicht, die specifische Wärme, die specifische Elasticität an sich ist, sondern man kann bloß angeben, wie viel Mahl alles dieß größer oder kleiner ist, als bey andern Körpern. Uebrigens ist aber für sich klar, daß eben wegen der dabey Statt findenden Verhältnisse der Ausdruck specifisch nie anders gebrauchet werden kann, als bey gleichnahmigen oder homogenen Eigenschaften und Wirkungen.

Es ist bekannt, daß sich die Gewichte der Körper einer gleichartigen Masse wie ihre Räume verhalten. So hält z. B. doppelt so vieles reines Wasser auch ein doppelt so großes Gewicht, drey Cubikzoll Bley drey Mahl so viel Gewicht als ein Cubikzoll u. s. w. Wenn es also bloß auf Gewichte ankommt, so läßt sich auch alsdann bey einerley Raumesinhalte eine Vergleichung zwischen den Gewichten zweyer verschiedenen Materien anstellen, und dieß hat Veranlassungen zu den specifischen Gewichten der verschiedenen Körper unter einander gegeben. M. s. Schwere, specifische. Auf solche Art läßt sich z. B. bestimmen, das Quecksilber besitze 14 Mahl, Gold 19 Mahl mehr specifisches Gewichte als reines Wasser. Diese Ausdrücke wollen nichts weiter sagen, als dieß, in einerley Raume hat das Quecksilber 14, das Gold 19 Mahl mehr Gewicht, als das Wasser.

Eben so weiß man, daß sich die Elasticität der Luft bey gleichem Wärmegrade wie die Dichtigkeit derselben verhalte. Eine zwey Mahl so große Menge von Luft in einem Cubikzolle Raum besitzet auch eine doppelt so große Elasticität, als die einfache Luftmenge in demselben Volumen.

men. Weil es also hier wiederum auf Elasticitäten ankommt, so kann auch eine Vergleichung zwischen den Elasticitäten zweyer ungleich dichten Luftmassen Statt finden, und dieß hat ebenfalls Veranlassung zur specifischen Elasticität der Luftmassen gegeben. So sagt man z. B. brennbare Luft habe eine 13 Mahl größere Elasticität, als die gemeine Luft, welcher Ausdruck nichts weiter bedeutet, als gemeine und brennbare Luft auf einerley Dichtigkeit gebracht geben ihre absoluten Elasticitäten in dem Verhältnisse 1 : 13 an. M. s. **Elasticität, specifische.**

Endlich ist es auch bekannt, daß die Menge der Wärmematerie, welche ein Körper enthalten muß, wenn er einen bestimmten fühlbaren Wärmegrad besitzen soll, sich bey gleichartigen Massen, wie die geometrischen Größen verhalte. Drey Cubikzoll Wasser z. B. haben auch eine drey Mahl größere Menge Wärmematerie, als ein Cubikzoll, wenn bey beyden eine gleiche thermometrische Wärme Statt findet. Folglich läßt sich wiederum eine Vergleichung in Rücksicht der verschiedenen Mengen von Wärmematerie in verschiedenen Körpern von gleicher Größe oder auch gleichem Gewichte anstellen, und dieß hat die Benennung der **specifischen Wärme** veranlasset. Jedoch kann man auch dem Ausdruck specifische Wärme noch andere Bestimmungen geben, wovon unter dem Artikel **Wärme, specifische.** So kann man z. B. bestimmen, das Quecksilber besitze eine 21 Mahl geringere specifische Wärme als das reine Wasser. Dieß hat den Sinn, wenn beyde Materien gleiches Gewicht haben und gleiche thermometrische Wärme besitzen sollen, so hat das Quecksilber 21 Mahl weniger absolute Wärme, als das Wasser.

Wenn man ein für alle Mahl das specifische Gewicht, und die specifische Wärme des Wassers, so wie die specifische Elasticität = 1 setzt, womit die ähnlichen Größen bey allen übrigen Körpern gemessen werden sollen, so kann man auch jene Größen in Zahlen ausdrucken, die sich selbst unter einander wieder vergleichen lassen. Auf diese Art kann man

sagen, das Quecksilber besitze das specifische Gewicht = 14, eine specifische Wärme = $\frac{1}{2\,1}$, die specifische Elasticität von brennbarer Luft sey = 13 u. s. f.

Sphaera armillaris s. **Ringkugel.**

Sphäre, Himmelskugel, Weltkugel (sphaera coelestis, sphére céleste, sphére du monde). Hierunter versteht man in der Astronomie das blaue Himmelsgewölbe, welches uns allenthalben zu umgeben scheinet, und wovon bereits unter dem Artikel, **Himmel**, ist geredet worden. Wir mögen uns auch auf einer Stelle der Erde befinden, wo wir wollen, so erscheinet uns jederzeit der Himmel als eine hohle Fläche einer Halbkugel, und wenn die Erde durchsichtig wäre, so würde der ganze Himmel uns als eine Kugel vorkommen, deren Mittelpunkt das Auge des Beobachters wäre, und welche sich um eine eigene feste Axe sammt den daran befindlichen Sternen binnen 24 Stunden herumdreht. Von dieser Kugelgestalt hat sowohl die scheinbare Himmelswölbung, als auch die nachgebildete Darstellung des Himmels im Kleinen den Nahmen der Himmelskugel oder Sphäre erhalten. M. s. **Himmelskugel, künstliche.** Man hat sich gewisser Erscheinungen wegen verschiedene Punkte und Kreise auf der Sphäre vorgestellt, welche ebenfalls unter eben dem Artikel angeführet sind.

Besonders ist der Ausdruck **Sphäre** gebräuchlich, wenn man auf die verschiedenen Lagen der Himmelskugel und ihrer Kreise gegen die verschiedenen Oerter der Erde siehet. In dieser Rücksicht unterscheidet man die **gerade, parallele** und **schiefe Sphäre.**

Die gerade Sphäre (sphaera recta, sphere droite) findet Statt, wenn (fig. 83.) die beyden Pole p und q der Weltaxe pq in den Horizont des Ortes liegen, mithin der Aequator ab durch den Scheitel a und den Fußpunkt b gehet. Für einen solchen Ort ist also der Kreis pcq selbst sein Horizont. Stellt man sich nun die Erde im Mittelpunkte der Sphäre vor, so daß der Scheitelpunkt a, der mit dem Beobachtungsorte zusammengehöret, gerade in einer

ner Stelle im Erdäquator sich befinden. M. s. Erdkugel. Mithin werden nur denjenigen Orten der Erdfläche die Sphäre als gerade erscheinen, die im Erdäquator liegen, deren geographische Breite folglich = o ist.

Der Horizont pcq in der geraden Sphäre wird nicht allein von dem Aequator ab, sondern auch von allen mit demselben parallel gehenden Kreisen de, fg u. s. unter rechten Winkeln geschnitten. Alle diese Parallelkreise sind aber die Tagekreise aller Gestirne, selbst die Sonne nicht ausgenommen. Demnach gehen die Sterne in der geraden Sphäre unter rechten Winkeln auf und unter. Dieß ist der Grund, warum man hier den Aufgang der Gestirne gerade, und den Bogen des Aequators, dess n Endpunkt mit einem Sterne zugleich aufgeht, die gerade Aufsteigung (ascensio recta) nennt. M. s. Aufsteigung, gerade.

Ueberdem werden auch in der geraden Sphäre der Aequator und alle übrige mit ihm parallel gehende Tagekreise durch den Horizont in gleiche Halbkreise zerschnitten, wovon die eine über die andere unter dem Horizonte ist. Mithin sind den Oertern, die unter dem Aequator liegen, die Gestirne 12 Stunden über und 12 Stunden unter dem Horizonte. Da dieß nun auch bey der Sonne Statt findet, so folget, daß hier Tag und Nacht beständig einander gleich bleiben. Auch müssen alle Sterne am Himmel binnen 24 Stunden ein Mahl über und ein Mahl unter dem Horizont kommen, weil sie alle senkrecht auf- und untergehen, und also kein einziger unter dem Horizonte bleiben kann. Solche Sterne, welche hier zugleich aufgehen, culminiren auch zugleich, und gehen wieder zugleich unter.

Die Sonne, welche während des Zeitraumes von einem Jahre ihre Bahn oder den schiefen Kreis ef durchläuft, geht jährlich zwey Mahl durch den Scheitel a. Dieß erfolget, wenn sie in den Aequator kommt, und dieser selbst ihr Tagekreis wird, folglich um den 21ten März und den 23ten September. Sonst verweilet sie das eine halbe Jahr hindurch in der nördlichen Hälfte abp, und das andere halbe Jahr

in

in der südlichen Hälfte a b q des Himmels, so daß ihr Tagekreis am längsten Tage in der nördlichen Hälfte des Himmels der Kreis d e, und der Tagekreis am längsten Tage in der südlichen Hälfte der Himmelskugel der Kreis f g ist. Wenn man also in der geraden Sphäre von dem höchsten Stande der Sonne in a den Sommer, und von dem niedrigsten in d und f den Winter zu rechnen anfangen wollte, so würde daraus folgen, daß die Oerter in dieser Sphäre jährlich zwey Sommer und zwey Winter hätten. Allein es lassen sich hier die Jahreszeiten nicht so, wie in den gemäßigten Zonen, abtheilen.

Was die **parallele Sphäre** (sphaera parallela, sphère parallele) betrifft, so hat diese Statt, wenn die beyden Pole (fig. 84.) p und q mit dem Scheitel- und Fußpunkte zusammenfallen, und der Horizont mit dem Aequator a b einerley ist. Stellt man sich nun hier die Erde im Mittelpunkte vor, so gehöret dem Scheitelpunkte ein Pol der Erde zu. Hieraus folgt also, daß bloß den beyden Polen die Himmelskugel als parallele Sphäre erscheinen kann.

In dieser parallelen Sphäre sind alle Tagekreise der Gestirne mit dem Aequator parallel, woher sie auch den Nahmen erhalten hat. Demnach findet hier weder Auf- noch Untergang der Gestirne Statt; es scheinet vielmehr ein jeder Stern binnen 24 Stunden einen Kreis mit dem Aequator parallel von der linken gegen die Rechte zu durchlaufen. Auch können nur in diesen Stellen diejenigen Sterne gesehen werden, welche in der einen Hälfte des Himmels sich befinden, im Nordpol nämlich nur die in der nördlichen, und im Südpol nur die in der südlichen Halbkugel der Himmelssphäre.

Selbst von der Ekliptik kann nicht mehr als nur ein und dieselbe Hälfte gesehen werden, vom Nordpole p nämlich die nördliche Hälfte, wovon c f ein Theil ist, und vom Südpole q die südliche Hälfte, wovon c e ein Theil ist. In dem einen halben Jahre also, da sich die Sonne in der einen sichtbaren Hälfte ihrer Bahn befindet, muß daselbst beständ-

dig Tag, in dem andern halben Jahre aber, da sie sich in der andern Hälfte aufhält, beständig Nacht seyn.

Was endlich die schiefe Sphäre (sphaera obliqua, sphére oblique) betrifft, so hat diese in allen den Fällen Statt, wo der eine Pol über, der andere unter dem Horizonte liegt, und der Aequator mit demselben einen schiefen Winkel macht. So erscheinet allen Orten der Erde die Himmelskugel, welche weder im Aequator, noch in den Polen liegen. Es kann daher die schiefe Stellung der Sphäre wieder sehr verschieden seyn. Eine von diesen Stellungen zeiget die fig. 85.

In der schiefen Sphäre schneidet der Aequator a b und alle mit ihm parallele Tagekreise, wie e d, g f, den Horizont m n unter schiefen Winkeln, wodurch bloß der Aequator in zwey gleich große Hälften, die übrigen Parallelkreise aber in ungleiche Theile getheilet werden. Es gehen also hier alle Sterne schief auf und unter, und nur diejenigen Sterne, welche im Aequator stehen, sind eben so lang sichtbar, als unsichtbar. Von den übrigen Tagekreisen fällt von denjenigen, welche dem sichtbaren Pole näher liegen, der größere, von denjenigen hingegen, welche sich gegen den unsichtbaren Pol zu befinden, der kleinere Theil über den Horizont. Daher erscheinen den Oertern der nördlichen Halbkugel auf der Erde die nördlichen Gestirne, den Orten der südlichen Halbkugel aber die südlichen Gestirne eine längere Zeit über dem Horizonte. Indessen gibt es auch nahe am sichtbaren Pole Tagekreise, die ganz über dem Horizonte, und hingegen nahe am unsichtbaren Pole Kreise, welche ganz unter dem Horizonte liegen. Es gibt daher für alle Oerter in der schiefen Sphäre Sterne, welche gar nicht untergehen, oder auch welche, die gar nicht aufgehen.

In der schiefen Sphäre gibt es jährlich nur zwey Tage, wo die Sonne eben so lang sichtbar als unsichtbar, oder wo Tag und Nacht gleich ist. Dieß findet Statt, wenn die Sonne im Aequator kommt, nämlich um den 21ten März und 23ten September. In demjenigen halben Jahre aber,

wo die Sonne dem sichtbaren Pole näher steht, sind die Tage länger als die Nächte; in dem andern halben Jahre aber, da sie dem unsichtbaren Pole näher ist, die Nächte länger, als die Tage. Die längsten und kürzesten Tage fallen in die Zeiten der Sonnenwenden, d. i. um den 21ten Juni und 21ten December, wo die Sonne dem einen oder dem andern Pole am nächsten stehet.

Wäre die schiefe Lage der Sphäre so groß, daß die Sonne Tagekreise beschreiben kann, welche ganz über oder ganz unter dem Horizonte liegen, so geht alsdann die Sonne um die Zeit der einen Sonnenwende gar nicht unter, und um die Zeit der andern Sonnenwende gar nicht auf. An diesen Orten hat man also zum Theil beständig Tag, und zum Theil beständig Nacht.

Sphäroid (sphaeroides, sphéroide). Hierunter versteht man einen Körper, welcher durch die Umdrehung einer halben Ellipse um ihre Axe erzeuget wird. Hierbey kann aber eine doppelte Umdrehung Statt haben, nachdem sich entweder die Hälfte (fig. 86) a b c der ganzen Ellipse a d b c um die große Axe a b, oder die Hälfte c a d um die kleine Axe c d drehet. Im ersten Falle entsteht das **längliche Sphäroid** (sphaeroides oblongum, sphéroide allongé), im andern Falle aber das **abgeplattete Sphäroid** (sphaeroides latum, sphéroide applâté).

Wenn man annimmt, es sey anfänglich ein Körper eine Kugel gewesen, deren Materie gegen den Mittelpunkt schwer ist, und diese Kugel drehet sich um einen Durchmesser als um eine feste Axe, so müssen nothwendig diejenigen materiellen Theile, welche von den Polen am weitesten entfernet liegen, durch den Schwung eine desto größere Kraft erlangen, von dem Mittelpunkte sich zu entfernen. Hat nun die Materie keinen so großen Zusammenhang unter sich, daß diese der Schwungkraft wiederstehen könne, so werden sich auch wirklich die Theile, die von den Polen am weitesten entfernet sind, erheben und die Theile an den Polen eingedruckt werden, so daß sich die Kugel in ein wirklich abge-

plattetes Sphäroid verwandelt. Aus solchen Schlüssen folgerten schon **Huygens** und **Newton** die sphärische Gestalt unserer Erde, die auch durch wirkliche Ausmessung bestätiget wurde. M. s. **Erdkugel**. Auch mit Hülfe der Fernröhre hat man an verschiedenen andern Planeten, als dem **Jupiter**, **Mars**, **Saturn**, die sphäroidische Gestalt wahrgenommen. M. s. **Jupiter**, **Mars**, **Saturn**. Es ist übrigens kaum zu zweifeln, daß überhaupt die sphäroidische Gestalt allen Himmelskörpern des Sonnensystems gemein ist, da bey den meisten die Umwälzung um ihre Axe bewiesen ist. Begreiflich ist aber, daß es hierbey auf kleine Abweichungen genauer mathematischer Sphäroide nicht ankommt, indem sehr wahrscheinlich auf allen Himmelskörpern Erhabenheiten und Vertiefungen anzutreffen sind.

Spiegel (specula, miroirs). Es gibt eine Menge harter undurchsichtiger Körper, welche durchs Schleifen und Poliren eine solche Glätte annehmen, daß ihre Oberflächen eine beträchtliche Menge auf sie fallendes Licht reflektiren, so daß man in ihnen Bilder der vorliegenden Objekte betrachten kann. Solche Flächen nennt man **Spiegelflächen**, und die Körper, an welchen sie sich finden, **Spiegel**. Soll also ein Fläche als Spiegelfläche dienen, so ist nicht allein hinreichend, daß sie eine vorzügliche Glätte besitze, sondern sie muß auch die Eigenschaft haben, das auf sie fallende Licht in vorzüglicher Menge zu reflektiren. Hierin liegt der Grund, warum verschiedene Körper, deren Flächen die schönste Politur annehmen, doch keine guten Spiegel sind, weil sie mehr Licht verschlucken, als zurücksenden. Da vermöge der Erfahrung die Metalle, wenn sie gut poliret sind, vorzüglich die Eigenschaft besitzen, das Licht stark zurück zu senden, so dienen auch diese vor allen andern Körpern zu guten Spiegeln. Bey unsern gemeinen Glasspiegeln ist es nicht das Glas, welches den Spiegel ausmacht, sondern vielmehr die metallische Belegung. Das Glas dienet bloß als eine bequeme Art zur Fassung für die eigentlichen Spiegel. Würde man statt der metallischen Belegung eine andere undurchsichtige

tige Materie, z. B. weißes Papier, dem Glase unterlegen, oder auch die eine Seite desselben matt schleifen, so würde man dadurch einen sehr schlechten Spiegel erhalten. Indessen hat es aber doch seine Richtigkeit, daß eine recht glatte Fläche ein Haupterforderniß eines guten Spiegels ist. Es dienen daher auch alle diejenigen Körper, welche durch die Kunst eine Politur annehmen, mehr oder weniger zu Spiegeln, als Metalle, hartes Holz, dichte und harte Steine. Man schleifet nämlich diese Körper durch scharfe Pulver, z. B. Sand, Smergel, Trippel, Zinnasche u. s. w. und poliret sie.

Die Glätte einer Spiegelfläche ist dieserwegen nothwendig, damit die Strahlen, welche von einem Gegenstande auf die Fläche fallen, in der nämlichen Ordnung ins Auge reflektiret werden, als sie auf die Fläche kommen, um ein mit dem Gegenstande auf der Netzhaut übereinstimmendes Bild zu verursachen. M. s. Bild. Denn hierzu wird nothwendig erfordert, daß aus einerley Stelle der Fläche nur solches Licht ins Auge geworfen werde, welches aus einerley Stelle des Gegenstandes kommt. Nun lassen sich aber glatte Flächen so betrachten, als bestünden sie aus lauter kleinen Ebenen, welche alle einerley Lage hätten, oder von welchen sich zwey an einander grenzende in unendlich wenig verschiedenen Lagen befänden. Daraus folgt also, daß ein jedes Theilchen einer solchen Fläche bloß Strahlen von einerley Punkte des Gegenstandes, das gleich unmittelbar daneben liegende Theilchen auch Strahlen von dem unmittelbar daneben liegenden Punkte des Objektes u. s. f. ins Auge reflektiret. Folglich werden dadurch die Strahlen von der Fläche in eben der Ordnung ins Auge geworfen, als sie von dem Gegenstande auf die Fläche kamen, und das Auge muß eben so gerühret werden, als sähe es den Gegenstand selbst, oder etwas ihm ähnliches. Würde nun auf diese Art alles von dem Gegenstande auf die Fläche auffallendes Licht wieder ins Auge zurückgeworfen, so würde auch dieses nichts weiter als bloß das Bild des Gegenstandes, die zurückwerfende Fläche selbst gar nicht, sehen. Da es

aber vermöge der Erfahrung keine solchen Körper gibt, welche alles Licht zurückwürfen und vollkommen glatt wären, so wird dadurch verursachet, daß nicht so vieles Licht von dem Gegenstande ins Auge reflektiret wird, als auf die Fläche fiel; daher sieht man außer dem Bilde des Objektes die reflektirende Fläche selbst mit.

Dagegen stellt eine rauhe Fläche kein Bild des Gegenstandes dar, und ist daher in dieser Rücksicht von der Spiegelfläche gar sehr verschieden. Eine rauhe Fläche zeiget durch ihr zurückgesendetes Licht nichts weiter als sich selbst. Der Grund hiervon ligt im folgenden: es kann nämlich eine jede rauhe Fläche so angesehen werden, als bestünde sie aus einer sehr großen Menge von Ebenen in sehr verschiedenen Lagen. Wenn daher auf ein klein Theilchen von ihr Strahlen von verschiedenen Gegenständen fallen, so findet jeder dieser Strahlen auf diesem Theilchen eine gewisse Ebene, die ihn in eben das Auge schickt, in welches eine andere Ebene auf diesem Theilchen einen Strahl von einem andern Gegenstande bringt, und so erhält ein Auge von einem Theilchen der rauhen Fläche Licht, welches verschiedene Gegenstände auf dieses Theilchen gesendet hatten, folglich empfindet das Auge nur Licht, wodurch die rauhe Fläche selbst sichtbar wird, nicht aber ein Bild.

Auch unterscheidet sich die Spiegelfläche von einer rauhen Fläche darin, daß beyde einerley Sonnenlichte ausgesetzet nicht auf einerley Art hell aussehen. Wenn man in der Richtung steht, nach welcher die Spiegelfläche das Licht reflektiret, so bekommt man von einer ihrer Stellen einen sehr lebhaften Glanz; tritt man aber seitwärts der reflektirenden Ebene, so scheint die Spiegelfläche nicht so hell, als die gleich stark erleuchtete rauhe Fläche. Eigentlich müßte die Spiegelfläche seitwärts gar kein Licht senden, man müßte sie also gar nicht sehen, wenn es eine vollkommene Spiegelfläche gäbe; daher erscheinet sie uns desto dunkeler, je glätter sie ist. Selbst das Wasser scheint bey großer Windstille dunkeler, als wenn es Wellen wirft, und die rauhen Theile der Mondflächen

flächen stellen sich heller, als die ebenen Flächen dar. M. s. **Mondflecken.**

Hieraus suchte **Euler** *) zu erweisen, daß erleuchtete dunkele Flächen das Licht nicht selbst wieder reflektiren, sondern daß sie vielmehr durch neue in ihnen erregte Schwingungen sichtbar werden. M. s. **Licht.** Er meinet, wenn die Körper, auf welche das Sonnenlicht falle, diese ins Auge reflektire, so werde man nicht die Körper selbst sehen, sondern vielmehr das Bild der Sonne, und es würde unerklärbar bleiben, warum ein rother Körper allein rothes Licht nicht nur unter dem Reflexionswinkel zurücksende, sondern auch nach allen Seiten verbreite, und nach allen möglichen Richtungen roth aussehe. Allein **Euler** scheinet auf die Rauhigkeit der Körper keine Rücksicht genommen zu haben. Denn ein jeder dunkeler Körper kann nur in so fern sichtbar seyn, als er eine rauhe Oberfläche besitzet. Eine solche Oberfläche zeiget aber kein Bild, und sendet von jedem Theile nach allen möglichen Richtungen Licht hin, eben weil sie rauh ist. Daraus ist also klar, daß sie kein Sonnenbild zeigen kann, und daß sie daher nach allen Seiten hin dasjenige Licht, es sey rothes oder blaues u. s. f., welches sie reflektiret, verbreitet. Wäre die Fläche vollkommen glatt, so würde sie das Auge gar nicht sehen, sie würde nur das Bild von dem Gegenstande, das Licht auf sie sendet, darstellen, und die etwanige Farbe, die der Spiegel selbst hätte, gar nicht zeigen. Dieß Letztere findet nur Statt, wenn der gefärbte Spiegel außer dem Bilde des Objektes selbst mit gesehen wird.

Eine jede feste Materie, welche hart genug ist, eine Politur anzunehmen, und aus so feinen Theilchen bestehet, daß solche einzeln dem bloßen Auge unkenntlich sind, läßt sich zu einem Spiegel machen, und wird wieder bloß dunkeler Körper, wenn man ihre Oberfläche rauh machte. Es ist also ganz unnöthig, die Spiegel als eine eigene Art von

*) Noua theoria lucis et colorum in opusc. varii argumenti. Berol. 1746. 4. §. 108 ingl. lettres à une princeffe d'Allemagne. Mitau et Leipf. 1770. 8. Tom. I. lett. 24 fq.

Materie anzunehmen, welche anders in das Licht wirkte, als sonst rauhe dunkele Körper. Alles kömmt bloß auf die Glätte, Undurchsichtigkeit und auf die Eigenschaft an, das Licht in vorzüglicher Menge wieder zurück zu senden.

Durchsichtige Körper können eigentlich gar keinen Spiegel abgeben, weil sie das meiste Licht durchlassen, und nur wenig reflektiren. Daß Gegenstände in einem hellen klaren stillstehenden Wasser sich abspiegeln, rührt keinesweges daher, als ob die Oberfläche desselben, eben weil sie von Natur glatt ist, als Spiegelfläche wirke, sondern die Strahlen gehen vielmehr durchs Wasser, und werden erst vom Boden wieder ins Auge reflektirt. Eben so kann auch keine ebene Glastafel als Spiegel angesehen werden, wie schon bemerket ist. Ueberhaupt aber sind solche Spiegel, bey welchen durchsichtige Körper zur Fassung der eigentlichen Spiegel gebrauchet werden, wie z. B. die gemeinen Spiegel, zu solchen Absichten, wo man recht deutliche und genaue Bilder der Gegenstände haben will, nicht wohl zu gebrauchen, weil das Licht beym Durchgange durch die durchsichtigen Körper ungemein geschwächt wird. Dagegen leisten zu dieser Absicht die metallenen Spiegel die besten Dienste.

Die Spiegel theilet man nach ihrer Gestalt in **ebene Spiegel** oder **Planspiegel** und **krumme Spiegel**. Die krummen Spiegel sind entweder **sphärische**, oder **Kugelspiegel, parabolische, cylindrische, konische** u. s. f. nachdem die Spiegelfläche einer **Kugel**, einem Paraboloid, einem Cylinder, einem Kegel u. s. f. zugehöret. Bey allen diesen krummen Spiegeln kann entweder die äußere erhabene Fläche oder die innere hohle zur Spiegelfläche dienen, da sodann die Spiegel im ersten Falle **erhabene Spiegel** oder **Converspiegel**, und im andern **hohle Spiegel** oder **Hohlspiegel** genannt werden.

Ebene Spiegel, Planspiegel (speculum planum, miroir plan).

Wenn (fig. 87.) der leuchtende Punkt c Licht auf eine ebene Spiegelfläche a b wirft, so laufen alle von dieser

reflektirten Strahlen gehörig verlängert hinter der Spiegelfläche in einem Punkte g so zusammen, daß ihre senkrechte Entfernung von der Spiegelfläche oder gk eben so groß ist, als die senkrechte Entfernung des leuchtenden Punktes c von eben der Fläche, oder als ck, welche eine Verlängerung von kg ist.

Vermöge des Gesetzes der Reflexion liegt nämlich der einfallende Strahl cd mit dem zurückgeworfenen df in einerley Zurückwerfungsebene, welche die Spiegelfläche in der geraden Linie kl schneidet, und es ist der Winkel kdc = fdl. M. s. Zurückwerfung. Wird nun ck senkrecht auf die Spiegelfläche gezogen und gehörig nach g verlängert, so müssen nun beyde die Linien cg und der verlängerte zurückgeworfene Strahl fg sich in dem Punkte g schneiden, so daß gk = kc seyn muß. Denn der Winkel fdl ist = kdg, weil sie Vertikalwinkel sind. Da nun kdc = fdl, so ist auch kdg = cdk. Nun ist der Winkel ckd = gkd = einem rechten, demnach kdg ein spitzer Winkel, und dg wird gehörig verlängert kg irgendwo in einem Punkte g schneiden müssen. In den Dreyecken ckd und kdg sind aber die an kd anliegenden Winkel gleich groß, mithin wird auch das Dreyeck kcd = kdg seyn müssen, und daher kg = kc.

Auf eben diese Art wird erwiesen, daß auch ih gehörig verlängert hinter der Spiegelfläche nach g laufen müsse.

Wenn also ein Auge vor der Spiegelfläche ab, in welcher Stelle man will, sich befände, und den Punkt g betrachtete, so würde es eben die Empfindung haben, als wenn der leuchtende Punkt c in g wäre, und Licht nach allen Seiten verbreitete. Es scheint also der Punkt c in g seine Stelle zu haben, und g ist das Bild von c. Würde demnach alles Licht, welches von dem leuchtenden Punkte c auf die Spiegelfläche fällt, von selbiger reflektirt, so müßte auch das Bild g eine Ebene, welche die reflektirten Strahlen auffängt, eben so erleuchten, als der Punkt c, wenn er in g befindlich und keine Spiegelfläche da wäre.

Der Ort des Bildes g im Planspiegel liegt sowohl in der Spitze des Kegels fgi, welche die reflektirten Strahlen bilden, als auch im Durchschnittspunkte des ins Auge kommenden Strahls fd oder hi mit dem verlängerten Neigungslothe ck. Es ist also für den Planspiegel Barrov's Theorie vom Orte des Bildes eben so wohl richtig, als der Grundsatz der Alten. M. s. Bild.

Wäre cn ein sichtbares Objekt, von welcher Gestalt und Größe es auch sey, vor der ebenen Spiegelfläche ab, so fällt von einem jeden Punkte desselben ein Bild hinter der Spiegelfläche, welches in der von demselben auf dem Spiegel senkrechten Linie hinter dem Spiegel so weit entfernet liegt, als der Punkt vor der Spiegelfläche; demnach haben alle diese Bilder hinter der Spiegelfläche eben die Lage, welche das Objekt vor der Spiegelfläche hat, und machen daher das ganze Bild gm des Objektes cn aus, welches demselben in allen vollkommen gleich und ähnlich ist.

Hieraus lassen sich eine Menge von Erscheinungen im einzelnen Planspiegel erklären. Das Bild eines aufrecht stehenden Objektes hinter der lothrecht stehenden Spiegelfläche wird ebenfalls senkrecht seyn. Wäre dieß Objekt eine gerade Linie oder eine Ebene, die mit der Spiegelfläche parallel ist, so ist auch ihr Bild hinter derselben damit parallel. Wenn hingegen eine gerade Linie oder eine Ebene gegen die Spiegelfläche unter einem Winkel geneigt ist, so ist ihr Bild gegen die Hinterfläche unter eben dem Winkel geneigt; das Bild der geraden Linie läuft mit der abgebildeten geraden Linie irgendwo in einerley Spiegelfläche zusammen, und das Bild der Ebene schneidet die Spiegelfläche in eben der geraden Linie, in welcher die abgebildete Ebene selbige schneidet. Würde daher eine Spiegelfläche gegen eine horizontal liegende gerade Linie oder Ebene unter einem Winkel von 45 Graden schneiden, so würde ihr Bild hinter der Spiegelfläche loth-

recht

recht seyn müssen; hingegen würde das Bild einer geraden Linie oder einer lothrechten Ebene hinter der Spiegelfläche, welche gegen selbige unter dem Winkel von 45 Graden geneigt ist, wagrecht liegen müssen.

Wie also in einem lothrecht stehenden Spiegel eine Person sich selbst und diejenigen Sachen, welche vor einem Spiegel oder seitwärts desselben sich befinden, sehen könne, läßt sich also erklären. Wäre (fig. 88.) a b eine Person, a ihr Scheitel, c d der Augenstern und b der Fußpunkt, so ziehe man aus a und b auf die lothrecht stehende Spiegelfläche e n die Neigungslothe a e und b f, verlängere sie hinter dem Spiegel so weit, daß e h = e a, und g f = b f wird; alsdann sind h und g die Bilder von a und b. Alle Strahlen, welche von a auf die Spiegelfläche e f fallen, werden so zurückgeworfen, als kämen sie von dem Punkte h her, wovon ein Theil in den Stern des Auges fällt. Zieht man nämlich aus c und d die Linien c h und d h, so sind dieß ein Paar Strahlen, welche von den aus a auf den Spiegel auffallenden und zurückgeworfenen Strahlen ins Auge kommen; demnach hat es eben die Empfindung, als wenn der Punkt a in h wäre, und die Strahlen ins Auge sendete. Auf eben diese Art ist g ein Bild von b, und es erhellet deutlich, daß die von b zwischen l m auf die Spiegelfläche fallenden Strahlen ins Auge c d zurückgeworfen werden, welches demnach das Bild g von b siehet. Eben diese Bewandniß hat es nun mit allen zwischen a und b liegenden Punkten des menschlichen Körpers, so daß die Person a b sich vollkommen deutlich im Spiegel siehet.

Betrachtet das Auge das Bild eines Objektes durch einen ebenen Spiegel, so sieht es selbiges unter dem nämlichen optischen Winkel, unter welchem es das Objekt selbst sehen würde, wenn dieses in der Stelle des Bildes wäre, und mit selbigem einerley Lage hätte. Betrachtet sich also die Person a b in dem lothrecht stehenden Spiegel e f, so sieht sie ihr Bild unter dem optischen Winkel h c g, und

es ist $hg = ab$, die Dreyecke hcg und icl, hca und hie sind einander ähnlich; demnach hat man $he : ea = hi : ic = hg : ik = 2 : 1$. Es braucht also der Planspiegel nur halb so lang und halb so breit zu seyn, als diejenige Person, welche sich ganz im Spiegel betrachten will.

Wenn auf der schiefen Ebene (fig. 89.) cg eine Kugel a herabrollt, so scheint diese in der lothrechten Linie ca hinauf zu steigen, wenn die Richtung des Spiegels cf den Winkel acg halbiret. Es muß hierzu also der Winkel des Spiegels mit der Vertikallinie ac oder $x = \frac{1}{2}\ acg = \frac{1}{2}(90^\circ + y) = 45^\circ + \frac{1}{2}y$ seyn. Wäre z. B. die Ebene cg gegen den Horizont dg um 30° geneigt, so wird verlangt, daß der Spiegel cf mit der Vertikallinie ac einen Winkel $x = 45^\circ + 15^\circ = 60^\circ$, mithin mit dem Horizonte selbst ebenfalls einen Winkel von 30° mache. Kann hierbey die Veranstaltung so getroffen werden, daß das Auge die Ebene cg mit der Kugel h nicht siehet, wobey es schon hinreichend ist, wenn der Zuschauer nur einen Theil cf der Spiegelfläche betrachten kann, so läßt sich auf solche Art die Täuschung sehr weit treiben.

Auch gibt die Gleichheit des Einfalls- und Reflexionswinkels ein Mittel ab, zulängliche Höhen durch Planspiegel zu messen. Wenn man nämlich (fig. 90.) einen Planspiegel bd horizontal auf den Boden leget, und geht auf selbigem so weit zurück, bis das Auge in e die äußerste Grenze a der zu messenden Höhe im Spiegel c erblicket, so entstehen dadurch die beyden rechtwinklichten Dreyecke abc und edc, welche, weil $x = y$, einander ähnlich sind. Mithin hat man $cd : cb = de : ba$. Werden also die drey Größen ed, dc und cb gemessen, so läßt sich durch die Regel Detri die Höhe ba finden.

Weil das Glas bey den gewöhnlichen ebenen Glasspiegeln nicht alle Lichtstrahlen durchläßt, sondern schon einige auf die Oberfläche reflektirt, so sieht man leicht, daß hierdurch noch ein Bild, wiewohl sehr schwaches, zuwege gebracht wird. Man nehme an (fig. 91.) ab sey die Vorderfläche

derfläche und cd die hintere Fläche eines ebenen Glasspiegels, so wird der leuchtende Punkt l von der Vorderfläche in e und von der Hinterfläche in f abgebildet, und es ist nun li = ie, und lk = kf, also ef = 2.ik, oder die Entfernung beyder Bilder ist der doppelten Dicke des Glases gleich. Befände sich das Auge selbst in lk, so decken sich beyde Bilder; hätte aber das Auge o seine Lage seitwärts des Spiegels, so sieht es beyde Bilder unter dem optischen Winkel eof, welcher desto größer ist, je näher das Auge dem Spiegel, und je mehr es seitwärts desselben stehet. Diese beyden Bilder nimmt man wahr, wenn man eine Lichtflamme vor den Spiegel hält, und nun seitwärts dagegen sieht, wobey aber, wie gesagt, das andere Bild nur schwach auffällt wegen der in geringer Menge von der Vorderfläche des Spiegels reflektirten Strahlen.

Gewöhnlich erscheinen außer diesen beyden Bildern noch mehrere in g, h, u. f. weil die Vorderfläche ab des Spiegels nicht alle diejenigen Strahlen, welche von der Hinterfläche cd reflektiret werden, durchläßt, sondern einige wieder zurücksendet, welche zum zweyten Mahle in der Hinterfläche cd zurückgeworfen werden, und das dritte Bild in g verursachen. Selbst von diesen Strahlen werden wiederum einige von ab zurück auf cd geworfen, und durch die Reflexion derselben das vierte Bild h veranlasset u. s. f. Auf diese Art sieht man von einer Lichtflamme eine Reihe Bilder e, f, g, h u. f. unter welchen das zweyte f am lebhaftesten ist; die folgenden g, h u. f. werden immer schwächer und schwächer, bis sie endlich ganz aufhören.

Durch die Verbindung mehrerer Planspiegel erhält man ebenfalls eine Menge merkwürdiger und angenehmer Erscheinungen, von welchen einige unter dem Artikel, **Spiegelkasten**, angeführet werden sollen.

Ohne Zweifel sind die ältesten Spiegel die metallenen *); indessen erstreckt sich auch die Erfindung der Glasspiegel ins

hohe

*) *Plinius* hist. natur. lib. XXXIII. cap. 9.

hohe Alter. Nach den Berichten des Plinius *) sollen diese in der Glasofficin zu Sidon zuerst verfertiget seyn; so erzählet er, aliud vitrum flatu figuratur, aliud torno teritur, aliud in argenti modum coeletur, Sidone quondam illis officinis nobili, siquidem et specula excogitauerat. Das Glas wurde im Anfange durch eine dunkele Farbe undurchsichtig gemacht, so wie auch geschliffene Steine von dunkeler Farbe zu Spiegeln gebrauchet wurden; in der Folge wurde aber die Hinterfläche mit Bley übergossen oder überzogen. In dem mittleren Zeitalter scheinet diese Art von Spiegeln die gemeinste gewesen zu seyn. So sagt Vincenz von Beauvais in seinem um 1420 geschriebenen speculum naturale: inter omnia melius est speculum ex vitro et plumbo. Quando superfunditur plumbum vitro calido — efficitur altera pars terminatum valde radiosum; und der Bischoff von Canterbury Johann Peccam führet in seiner im dreyzehnten Jahrhunderte geschriebenen perspectiua communis besonders an, daß man auch Spiegel aus Eisen und Stahl verfertigen könne, welche also damahls nicht so sehr mehr im Gebrauche gewesen seyn müssen. Die gemeinsten Spiegel wurden noch lange Zeit darnach so verfertiget, daß man in die noch weiche Glasblase Harz oder Colophonium warf, sogleich ein Gemisch von Bley und Spießglanz hineinwarf, und darauf die Glasblase herumschwenkte, und zu kleinen Spiegeln zerschnitt. Die Belegung des Glases mit Zinnfolie und Quecksilber soll erst im 14ten Jahrhunderte bekannt geworden seyn, obgleich den Alten das Amalgama nicht unbekannt war, so wie sie auch wußten, daß sich das Quecksilber am besten in gläsernen Geschirren aufbehalten ließ, wobey das Glas, in welchem dieses Metall sich befand, den schönsten Spiegel abgeben mußte. Die Kunst, Glastafeln zu Spiegeln zu gießen, ist im Jahre 1688 von Abraham Thewart in Frankreich erfunden worden. Seit der Erfindung der Spiegelteleskope hat man doch lieber wieder Metallspiegel zu gebrauchen

*) Histor. natural. lib. XXXVI. cap. 26.

gebrauchen angefangen, welche vor allen andern sehr viele Vorzüge haben. M. s. Spiegelteleskop.

Der **erhabene Spiegel** oder **Converspiegel** (speculum convexum, miroir convexe) heißt derjenige, bey welchem die erhabene Seite die Spiegelfläche abgibt. Die Krümmung eines solchen Spiegels kann sphärisch, elliptisch, hyperbolisch, parabolisch u. s. f. seyn. Gewöhnlich werden nur sphärische erhabene Spiegel oder Kugelspiegel gebrauchet. Nach **Wolf** [α]) werden sie am leichtesten also verfertiget, wenn man ein sehr flüssiges Amalgama von Quecksilber, Zinn und Wismuth in eine dünne hohle Glaskugel gießt, und dieß nach allen Stellen der innern hohlen Fläche hinlaufen läßt.

Alle diejenigen Strahlen, welche auf einen Converspiegel unter sich parallel auffallen, werden von demselben aus einander fahrend zurückgeworfen. Diese Spiegel geben also der Sonne ausgesetzet eine weite ausgebreitete aber sehr schwache Erleuchtung.

Ueber die Stelle der Bilder, welche von Gegenständen in Converspiegeln gesehen werden, hat man zweyerley Grundsätze. Nach **Euklides** Dioptrik hat nämlich das Bild eines leuchtenden Punktes seine Stelle da, wo der vom Spiegel reflektirte Strahl die vom sichtbaren Punkte auf die Spiegelfläche gezogene senkrechte Linie schneidet; **Barrow** hingegen nimmt diesen Ort in der Spitze des von den zurückgeworfenen Strahlen gebildeten Kegels an. **Kästner** [β]) hat gewiesen, daß es in sphärischen Spiegeln, wenn gleich die Lage des sichtbaren Punktes bestimmt ist, dennoch eigentlich kein Bild für diesen Punkt gibt; inzwischen kann man sich doch relative Stellen gedenken, wo die reflektirten Strahlen gehörig verlängert am nächsten zusammen kommen, und man irrt wenigstens nicht sehr wenn man annimmt, daß die Stellen in der von dem leuchtenden Punkte auf die Spiegelfläche

[α]) Elementa catoptricae. Cap. III. §. 140.

[β]) De obiecti in speculo sphaerico visi magnitudine apparente. Comment. Nov. Goetting. Tom. VIII. 1777.

gelfläche gezogenen senkrechten Linie liegen, welches also hier die Linie wäre, welche nach dem Mittelpunkte des Kugelspiegels gehet.

Dieser Voraussetzung zu Folge sey (fig. 92.) h e d ein Segment eines Kugelspiegels, welches mit einer Ebene durch den Mittelpunkt c so geschnitten ist, daß in selbiger zugleich die Reflexionsebene liegt. Wenn also a b ein vor dem Kugelspiegel liegendes Objekt vorstellet, von dessen Endpunkten a und b die Linien a c und b c auf dem Spiegel senkrecht stehen, mithin nach dem Mittelpunkte c gehen, so werden die von dem Punkte a gegen die Spiegelfläche aus einander fahrenden Strahlen a e und a f nach der Reflexion noch mehr aus einander fahrend, fast so, als ob sie von einem nähern Punkte m der senkrechten Linie a c herkämen. Ein Auge in o also, welches diese Strahlen auffängt, wird das Bild von a ungefähr in m sehen; und eben so wird auch das Bild des andern Punktes b hinter dem Spiegel in dem Perpendikel n erscheinen. Es liegt also das Bild m n des Gegenstandes a b hinter dem Spiegel aufrecht aber verkleinert, und der Spiegelfläche näher, als das Objekt vor der Spiegelfläche. Je weiter aber a b von der Spiegelfläche sich entfernet, desto näher ruckt sein Bild dem Mittelpunkte der Kugel, folglich wird es auch desto kleiner. Ueberdem verkleinern auch solche Spiegel desto mehr, je kleiner ihr Halbmesser ist.

Man kann sich von dieser Wirkung der erhabenen Kugelspiegel sehr leicht überzeugen, wenn man Objekte gegen kugelähnlich geformte und auf ihrer Oberfläche stark polirte Sachen hält; ihre Bilder werden nahe hinter der Spiegelfläche zu liegen scheinen, jedoch aber besonders gegen den Rand des Spiegels zu etwas verzerrt und unregelmäßig aussehen.

Wenn man des Euklides Grundsatz für den Ort des Bildes in den convexen Kugelspiegeln als richtig annimmt, so scheint es Fälle zu geben, in welchen das Bild auf der Spiegelfläche selbst, ja sogar außerhalb derselben erscheinen müsse, wenn nämlich der Winkel der senkrechten Linie a c mit dem

Halb-

Halbmesser ce nach dem Einfallspunkte e gezogen dem doppelten Winkel des einfallenden Strahles ae mit der Spiegelfläche gleich, oder noch größer ist, oder wenn ace = 2aeg, oder gar größer als 2aeg ist. Wolff *) versichert, das Bild eines Gegenstandes wirklich außerhalb der Kugelfläche beobachtet zu haben. Er hielt ein Stück glänzenden Silberdrath sehr nahe und schief an die Fläche eines solchen Spiegels, und sahe das Bild den Drath selbst berühren, obgleich der Drath den Spiegel nicht berührte. Allein die Versuche hierüber sind doch immer noch sehr vielen Zweifeln unterworfen, so daß sie nichts bestimmtes und gewisses entscheiden. Ueberdem ist noch zu bemerken, daß in diesen Fällen das Bild nicht auf oder vor der Vorderfläche des Spiegels erscheinen kann, sondern die Meinung ist bloß, daß es an der vom Auge abgewendeten Seite der Kugelspiegel erscheine, z. B. dem Auge o in der fig. 92. bey h. Nimmt man hingegen Barrow's Grundsatz als wahr, so werden hiernach jederzeit alle Bilder innerhalb des Spiegels erscheinen müssen.

Nach Euklid's Grundsatze muß das Bild einer jeden geraden Linie, welche auf der Spiegelfläche senkrecht ist, auch im Spiegel als eine gerade Linie gesehen werden, weil alle Punkte von ihm in einerley senkrechten Linie auf die Spiegelfläche, nämlich in die Verlängerung der abgebildeten Linie selbst, fallen. Nach Barrow's Grundsatz hingegen erhält das Bild von jeder Seite betrachtet eine Krümmung. Die Erfahrung bestimmt aber auch hier nichts Entscheidendes. Uebrigens kommen beyde Theorien darin überein, daß das Bild einer solchen geraden Linie, wenn sie auch unendlich lang wäre, doch nicht länger, als die Hälfte des Halbmessers des Spiegels erscheinen könne. Daher sieht man in erhabenen Kugelspiegeln kein Bild hinter der Fläche weiter entfernet, als um die Hälfte seines Halbmessers.

Hohl-

*) Elementa catoptricae. §. 168.

Hohlspiegel (speculum concauum, miroir concave) heißt derjenige, dessen Spiegelfläche die hohle Krümmung des Spiegels ausmacht. Nachdem nun diese hohle Krümmung eine Kugelfläche oder die Fläche eines Paraboloids ist, nachdem ist auch der Spiegel ein sphärischer Hohlspiegel, ein **hohler Kugelspiegel**, oder ein **parabolischer Spiegel.**

Spiegel, hohler sphärischer, sphärischer Hohlspiegel, Kugelspiegel, hohler (speculum concauum sphaericum).

Man stelle sich vor, es sey ein sphärischer Hohlspiegel (fig. 93.) mit einer Ebene so geschnitten, daß sie durch den Mittelpunkt c gehet, so wird der Bogen bag ein Durchschnitt des Spiegels seyn, welcher in der schneidenden Ebene liegt, und der Halbmesser ca eine zu dem Spiegel gehörige Axe. Ein Lichtstrahl eb falle auf die hohle Spiegelfläche bag mit der Axe ca parallel, welcher mit dem Halbmesser bc den Einfallswinkel $m = x$ macht; er wird also unter eben dem Winkel $m = x = n$ so reflektiret, daß er die Axe ac in d schneidet. Weil also auf solche Art das Dreyeck bdc wegen dergleichen Winkel $n = x$ gleichschenklicht ist, so sind auch die Seiten cd und db einander gleich. Aus dem gegebenen Halbmesser $cb = ca = \varrho$, und dem Einfallswinkel $m = x$ findet man daher sehr leicht die Stelle d, wo der zurückgeworfene Strahl bd die Axe ac schneidet. Fällt man nämlich aus d auf bc das Loth dk, so ist, für den Sinus totus $= 1$, $kc = dc \,.\, \cos. x = dc \,.\, \cos. m = \frac{1}{2}\varrho$, folglich $dc = \frac{\varrho}{2 \,.\, \cos. m} = \frac{1}{2}\varrho \,.\, \sec. m$.

Derjenige Strahl, welcher in der Axe ca einfällt, trifft den Spiegel in a senkrecht, und wird daher in sich selbst wieder zurückgeworfen. Ein anderer Strahl ih, welcher der Axe ca sehr nahe liegt, treffe die Spiegelfläche in h, so daß der Bogen ah unendlich klein ist, so wird nun die Secante $m = 1$, und der Strahl schneidet nach der Reflexion die

die Axe ac in dem Punkte f, welcher von c um $\frac{1}{2}\varrho = \frac{1}{2}ac$ entfernet ist.

Wenn die Breite des Spiegels oder der Bogen ab, welcher jederzeit als das Maß des Winkels $x = m$ zu betrachten ist, $= 16^\circ$, so wird der letzte Parallelstrahl eb nach der Zurückwerfung die Axe in d schneiden, und daher $cd = \frac{1}{2}\varrho \cdot \sec. 16^\circ = \frac{1}{2}\varrho \cdot 1{,}04 — = 0{,}52 — \varrho$ seyn. Alle übrige zwischen ab einfallende Parallelstrahlen schneiden daher nach der Zurückwerfung die Axe ac zwischen df, wo $df = 0{,}52 — \varrho — 0{,}5 \cdot \varrho = 0{,}02 — \varrho$ oder $\frac{1}{50}$ des Halbmessers beträgt.

Ueberhaupt beträgt die Größe $fd = cd — cf = \frac{1}{2}\varrho \cdot \sec. x — \frac{1}{2}\varrho = \frac{1}{2}\varrho\,(\sec. x — 1)$, mithin für die Breiten 3°, 6°, 9°, $15^\circ = \varrho$ multipliciret mit 0,00086; 0,000275; 0,000623; 0,01763 $= \frac{1}{1470}, \frac{1}{363}, \frac{1}{18}, \frac{1}{57}$ des Halbmessers.

Hieraus erhellet nun, daß alle auf einen hohlen Kugelspiegel parallel einfallenden Strahlen nach der Reflexion in einem Raume fd zusammenkommen, welcher einen desto kleinern Theil des Halbmessers beträgt, je geringer die Breite des Spiegels ist. Der Punkt f ist vom Spiegel um die Hälfte des Halbmessers entfernet. Diejenigen Strahlen, welche nahe an der Axe einfallen, kommen nach der Zurückwerfung sehr nahe bey f zusammen, die aber weiter ab von der Axe auf die Spiegelfläche kommen, schneiden die Axe ac weiter von dem Punkte f gegen a zu, und die 60° abstehenden treffen gerade die Stelle a. Auch werden die Unterschiede der Räume fd, in welchen die reflektirten Strahlen die Axe schneiden, desto kleiner, je näher die einfallenden Strahlen der Axe liegen, d. h. je näher sie nach der Reflexion dem Punkte f in der Axe ac kommen, oder die Dichtigkeit der Strahlen wird in der Gegend von f am größten.

Wenn daher die Axe eines Hohlspiegels gegen den Mittelpunkt der Sonne gerichtet ist, so erhalten die einfallenden Sonnenstrahlen eben wegen ihrer starken Verdichtung um f ein Vermögen, brennbare Körper zu entzünden. Dieserwegen

wegen heißt auch der Raum um f der Brennraum, dessen Mittelpunkt f der Brennpunkt und af die Brennweite des Spiegels ist. Diese Brennweite ist also bey hohlen Kugelspiegeln der Hälfte des Halbmessers oder dem vierten Theile des Durchmessers gleich. Porta [α]) hat diesen Satz zuerst angegeben. Besitzet der hohle Kugelspiegel keine zu große Breite, so läßt sich annehmen, alle von einem Punkte der Sonne einfallende Strahlen sammleten sich nach der Reflexion in einem engen Raume, dem Brennraume, bey f, obgleich jederzeit, der Spiegel mag so klein seyn als man will, eine gewisse Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgestalt Statt findet, wie aus dem vorhergehenden erhellet. Die Größe dieser Abweichung kommt auf die Größe des Raums fd an, und läßt sich daraus durch Rechnung ableiten, wovon mathematische Schriften weitern Unterricht ertheilen müssen. Herr Kästner [β]) hat berechnet, daß bey einem hohlen Kugelspiegel von 8° Breite das Licht in einem nahe am Brennpunkte liegenden Kreise 170990 Mahl dichter zusammengebracht wird, als beym Einfallen, wofern keine Strahlen durch die Reflexion verloren gehen.

Wenn gar keine Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgestalt Statt fände, so würde in f ein deutliches Bild der Sonne zuwege gebracht. Allein durch die Abweichung wird nicht allein die Deutlichkeit des Sonnenbildes in f vermindert, sondern es wird auch dadurch verursachet, daß zwischen f und d eine ununterbrochene Reihe von Sonnenbildern entstehet, welche verschiedene Größen besitzen, und den Brennraum zu einem körperlichen Raume ausdehnen, dessen auf dem Spiegel lothrechte Durchschnitte von Brennlinien begrenzt werden. Bey den gewöhnlichen nicht sehr breiten hohlen Kugelspiegeln kann man jedoch die Abweichung gar wohl weglassen, wenn man ihre Erscheinungen überhaupt erklären will.

Wenn

α) De refractione p. 39.

β) Smiths Lehrbegriff der Optik, S. 81 u. f.

Wenn von f aus Strahlen auf die hohle Kugelfläche fallen, so werden sie dergestalt reflektirt, daß sie nachher unter sich gleichlaufend sind. So sendet der hohle Spiegel das Licht von einer in f befindlichen Lampe parallel in unendlichen Entfernungen fort.

Die Eigenschaft der Hohlspiegel, brennbare Substanzen zu entzünden, ist den Alten schon bekannt gewesen, wie aus der Katoptrik erhellet, die man dem Euklides zuschreibet. Es wird darin ausdrücklich gesaget, daß die Hohlspiegel die zündende Eigenschaft besäßen, wiewohl der Brennpunkt ganz unrichtig in den Mittelpunkt der Kugelfläche gesetzet wird. Ob man aber einen wirklichen Gebrauch davon gemacht habe, ist unbekannt; denn das Vorgeben, daß Archimed durch Brennspiegel Schiffe in Brand gesteckt haben soll, ist vielen Zweifeln unterworfen. M. s. Brennspiegel. Mehr enthält diese Catoptrik von den in den Hohlspiegeln erscheinenden Bildern. Daß man über die Bestimmung der Stelle der Bilder in sphärischen Spiegeln zwey Grundsätze aufgestellet hat, ist bereits bey den erhabenen Kugelspiegeln bemerket worden. So gewiß es aber auch nach Herrn Kästner ist, daß es für sphärische Spiegel gar keinen Punkt gibt, von dem die von einerley Punkte des Objektes ins Auge fallenden Strahlen herkämen, so kann man doch annehmen, daß auch bey den sphärischen Spiegeln die von dem sichtbaren Punkte auf die Spiegelfläche senkrecht gezogene Linie denjenigen Ort enthalte, um welchen die Zerstreuungspunkte der zurückgeworfenen Strahlen am dichtesten beysammen liegen, wohin man also den Ort des Bildes ohne große Fehler setzen kann.

Es sey also dieser Voraussetzung gemäß (fig. 94.) af ein Schnitt des Spiegels in der Ebene, wo die Zurückwerfung geschiehet, c der Mittelpunkt des Spiegels und f der Brennpunkt desselben. Zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel befinde sich das Objekt qp, von dessen Endpunkten die senkrechten Linien cpl und cqk gezogen werden. Die von den Punkten p und q auf die Spiegelfläche

 auffallen-

auffallenden Strahlen p b, pd und q e, q g, werden nach der Reflexion weniger aus einander fahrend, gerade als ob sie aus den entlegenen Punkten l und k in den senkrechten Linien l c und k c herkämen. So wird also dem Auge o, welches die zurückgeworfenen Strahlen auffängt, das Bild von p ungefähr um l, und das Bild von q etwa um k zu liegen scheinen. Daher erscheinet der Gegenstand p q hinter der Spiegelfläche aufrecht und vergrößert. Je näher das Objekt dem Brennpunkte f liegt, desto weniger aus einander fahrend werden die zurückgeworfenen Strahlen, desto weiter fallen also die Vereinigungspunkte i und k hinter der Spiegelfläche hinaus, und desto stärker wird die Vergrößerung. Käme p q in den Brennpunkt f selbst, so werden nun alle von p auf die Spiegelfläche auffallenden Strahlen nach der Reflexion unter sich und mit p c parallel gehen; mithin gibt es nun keinen Durchschnittspunkt mehr, und die reflektirten Strahlen bilden keinen Lichtkegel, sondern Lichtcylinder; mithin kann kein Bild von p zuwege gebracht werden. Das nämliche gilt auch von dem Punkte q, und überhaupt von allen übrigen Punkten des Objektes, welcher folglich in diesem Falle im Spiegel gar nicht gesehen werden kann.

Wenn das Objekt (fig. 95.) p q über dem Brennpunkte f hinausliegt, so werden die Strahlen q a und q b nach der Reflexion zusammengehend, durchkreuzen sich in dem Punkte k der senkrechten q c d, und kommen in dem Falle, welchen die Figur vorstellt, erst nach dem Durchkreuzen ins Auge, daher dieß das Bild von q in k sehen müßte. Eben so müßte auch das Bild von p dem Auge in l erscheinen, und daher das Bild k l von p q verkehrt in der Luft schwebend sich darstellen. Daher nennt man es auch ein **Luftbild.** Hierbey sind aber drey Fälle zu unterscheiden: 1) wenn das Objekt p q (fig. 96.) zwischen dem Brennpunkte f und dem Mittelpunkte c seine Stelle hat, so ist die senkrechte Linie durch q die Linie k c q d, der Strahl q a wird nach a k reflektirt, schneidet daselbst die senkrechte, und verursachet in k das Bild von q; eben so wird auch l das Bild

von

von p; mithin bildet sich das Objekt p q im k l noch vor demselben vergrößert und verkehrt ab. 2) Wenn das Objekt im Mittelpunkte c selbst befindlich ist, wie c b; hier erhält die senkrechte durch b gehende Linie auf dem Spiegel die Lage b c selbst, und das Bild von b fällt in e, wo der reflektirte Strahl a e die Verlängerung von b c schneidet. Weil hier c b = c e ist, so ist in diesem Falle das Luftbild zwar verkehrt, aber eben so groß als das Objekt, und sollte dieses zu berühren scheinen. 3) Wenn das Objekt über dem Mittelpunkt hinaus lieget, wie es die Fig. 95. vorstellet, so schwebt das Luftbild näher vor dem Spiegel, und ist kleiner als das Objekt.

In Ansehung der Größe und der verkehrten Lage stimmt zwar die Erfahrung mit diesen Sätzen völlig überein, allein in Rücksicht der scheinbaren Stellen der Luftbilder findet zwischen drey Fällen wenig Unterschied Statt, die Bilder scheinen ein Mahl wie das andere Mahl gleichsam auf der Spiegelfläche zu schweben; ja man sieht sie sogar, wenn das Auge die Bilder k und l hinter sich hat. Dieß ist in der That ein wichtiger Einwurf gegen die Theorie, dessen Stärke auch **Barrow** gefühlet hat. Wie man diese Schwierigkeit zu heben gesuchet hat, ist unter dem Artikel, **Bild**, angeführet worden. Für uns ist der Anblick der Luftbilder eine ungewöhnliche Art des Sehens; wir bringen daher das Luftbild selbst auf die Spiegelfläche, indem wir zwischen dem Bilde und dem Spiegel nichts gewahr werden, was in uns einen Begriff von Entfernung erregen könnte, daher wir eigentlich falsch sehen. In dem Falle das Bild erst hinter das Auge fiel, wird dieses von dem Gegenstande zusammenfahrende Strahlen auffangen und das Bild jederzeit undeutlich sehen, und es wird, wenn es selbiges genau betrachten will, eine schmerzhafte Anstrengung fühlen. Gleichwohl liegt aber in dem gemachten Einwurfe so viel wahres, daß die scheinbare Stelle gesehener Punkte nicht von der Spitze des Kegels der Gesichtsstrahlen allein, son-

 dern

dern auch von andern Umständen abhängt. M. s. Entfernung, scheinbare.

Ein gewisser Arzt in Kaufbeuern, Johann Georg Brengger, hatte in einem Briefe an Keplern [a]) vom 22ten Dec. 1604 datirt den Gedanken geäußert, daß die Stelle des Bildes in der aus dem leuchtenden Punkte auf die Ebene, welche die Spiegelfläche im Zurückstrahlungspunkte berühret, senkrecht gezogenen Linie liege. Dieser Bestimmung gab auch d'Alembert [β]) vor der alten gewöhnlichen den Vorzug. Allein Kepler antwortete darauf sehr richtig, es komme hierbey nicht auf eine, sondern auf mehrere Zurückwerfungen, nämlich auf die Vereinigungspunkte mehrerer zurückgeworfener Strahlen an. D'Alembert beschließet auch seine Untersuchungen damit, daß es gar keinen allgemeinen Grundsatz über die scheinbare Stelle der Bilder gäbe.

Deutlicher lassen sich die Luftbilder bemerken, wenn man zwischen der Stelle des Bildes und der Spiegelfläche etwas bringt, wodurch man eine lebhaftere Empfindung einer Entfernung vom Spiegel erhält. Wenn man z. B. einen Gegenstand gegen die Spiegelfläche bewegt, so scheinet aus selbiger ein anderer Gegenstand hervor zu kommen, und jenen zu berühren.

Parabolischer Spiegel (speculum parabolicum, miroir parabolique).

Wenn sich eine Parabel (fig. 97.) abm um ihre Axe bc drehet, so beschreibet sie ein Stück der Oberfläche eines Paraboloids, und die dadurch entstandene innere hohle Fläche wird gehörig polirt einen parabolischen Spiegel abgeben. Schneidet man einen solchen Spiegel mit einer Ebene, die durch die Axe bc gehet, so wird man dadurch eine einzige Parabel bekommen, der Schnitt mag geschehen wo man will, wenn er nur durch die Axe bc gehet.

Die

a) Epistolae ad *Keplerum* scriptae a Hanscio ed. Lips. 1718. fol. ep. CLI. p. 223.

β) Opuscules mathemat. Tom. I. p. 275.

Die höhere Geometrie lehret, daß eine jede gerade Linie, welche mit der Axe parallel gehet, die Parabel so trifft, daß sie mit derselben oder mit dem durch den Punkt a gezogenen Tangente einen Winkel macht, der jederzeit dem Winkel f a b gleich ist, welcher nämlich entstehet, wenn von dem Punkte a nach einem gewissen in der Axe der Parabel liegenden Punkte f eine gerade Linie gezogen wird. Dieser Punkt f ist vom Scheitelpunkte b um den vierten Theil der senkrechten Breite d m der Parabel bey f entfernet, oder es ist $bf = \frac{1}{4} dm$. Wären demnach e a mit der Axe b c parallele Lichtstrahlen, so werden alle diese nach der Reflexion auf der Spiegelfläche in dem Punkte f vereiniget. Richtet man also die Axe eines parabolischen Spiegels gegen den Mittelpunkt der scheinbaren Sonnenscheibe, so fallen aus dem Mittelpunkte derselben lauter Parallelstrahlen auf die Spiegelfläche, die sich folglich nach der Reflexion in dem Punkte f vereinigen. Aus den übrigen Punkten der Sonne fallen zwar auch Parallelstrahlen auf die Spiegelfläche, sie schneiden aber die Axe b c unter Winkel, und vereinigen sich daher nicht in dem Punkte f; weil aber diese Winkel sehr klein sind, so liegen auch ihre Vereinigungspunkte nicht sehr weit rund herum von dem Punkte f entfernet. Die Sonnenstrahlen machen folglich alle zusammen ein sehr kleines Sonnenbild bey f, und haben wegen ihrer außerordentlichen Verdichtung die Eigenschaft, verbrennliche Körper daselbst zu entzünden, und sogar andere, sonst feuerbeständige, in Dampf aufzulösen. Aus dieser Ursache wird das bey f entstandene Sonnenbild der **Brennraum**, und sein Mittelpunkt f der **Brennpunkt** genannt, so wie überhaupt der Punkt f der **Brennpunkt** einer jeden Parabel, wie a b m, heißt.

Weil bey den parabolischen Spiegeln alle von einem unendlich weit entlegenen leuchtenden Punkte herkommende Strahlen nach der Reflexion auf der Spiegelfläche genau in einem einzigen Punkte wieder vereiniget werden, so findet auch bey diesen Spiegeln gar keine Abweichung der

Strahlen wegen der Kugelgestalt Statt (m. s. Abweichung.), folglich müssen solche Spiegel nicht allein stärker brennen, als die gewöhnlichen sphärischen Hohlspiegel, sondern sie müssen auch ein vollkommen genaues Bild eines entfernten Gegenstandes zuwege bringen.

Den Alten waren sowohl die angeführten Eigenschaften der Parabel, als auch die parabolischen Brennspiegel bekannt. Daher ist Porta α) der Meinung, die Alten hätten sich der parabolischen Metallspiegel zum Zünden bedienet. M. s. Brennspiegel. Allein es ist dieses sehr unwahrscheinlich, weil die Brennweite solcher Spiegel sehr gering ist, und die Mittel ihnen unbekannt waren, denselben eine parabolische Gestalt zu geben.

Vor der Erfindung der Spiegelteleskope hat man sich in den neuern Zeiten nicht sonderlich darum bemühet, parabolische Spiegel zu verfertigen: man sprach mehr davon, als man wirklich an ihre Verfertigung dachte, und zum Zünden waren die gewöhnlichen sphärischen Hohlspiegel und Brenngläser in den meisten Fällen hinreichend genug. Inzwischen führet der P. Franz Tertius de Lanis β) einen solchen parabolischen Spiegel an, und schlägt ihn zum Gebrauche in chemischen Operationen vor.

Höse, ein gewisser Künstler in Dresden, gab sich außerordentliche Mühe parabolische Brennspiegel von beträchtlicher Größe zu verfertigen, von welchen D. Hoffmann Nachricht gibt γ). Auch hat Höse selbst eine Beschreibung davon ertheilt δ). Sie waren nach einer gewissen parabolischen Lehre aus starken messingenen Blechtafeln zusammengefüget, und die Richtigkeit ihrer Gestalt ward durch gemessene Distanzen ihrer Punkte und Vergleichung mit den Rechnungen geprüft. Er hatte einige von 2 Ellen, einen von 2½ Ellen und einen von 4 Ellen in der Höhe zu Stande

α) Magia naturalis. Lib. XVII. cap. 14. 15.
β) Acta eruditor. Lips. 1688. p. 38.
γ) Hamburg. Magazin, B. V. S. 269. B. XIV. S. 563. B. XVI. S. 313.
δ) Nachricht von parabolischen Brennspiegeln. Dresden 1755. 4.

Stande gebracht, deren Brennweiten nach der Ordnung 20, 22, 48 Zolle waren. Mit dem mittleren schmolz er einen Hessischen Schmelztiegel binnen 2 Sekunden zu einem grauschwarzen Glase, welche Wirkung er selbst bey einer zehnzölligen Finsterniß der Sonne im Jahre 1748 in etlichen Sekunden mittelst dieses Spiegels zuwege brachte. Diese Hösischen Brennspiegel übertreffen also bey weitem den Tschirnhausischen in der Geschwindigkeit der Wirkung.

Nachdem die Spiegelteleskope erfunden wurden, fand man gar bald, daß die gewöhnlichen sphärischen Hohlspiegel wegen der Abweichung der Lichtstrahlen wegen der Kugelgestalt nicht sehr gut zu gebrauchen waren, indem man sich genöthiget sah, ihnen dieserwegen sehr kleine Oeffnungen zu geben. Man war also gezwungen, um diese Abweichung zu entfernen, mehr auf Verfertigung parabolischer Spiegel zu denken. Auch ging **Gregory's** Absicht bey seinem Vorschlage eines Spiegelteleskopes auf einen parabolischen und elliptischen Spiegel. Allein da er keinen solchen Spiegel erhalten konnte, so gab er aus Unwillen den Gedanken, dergleichen Teleskope in Gang zu bringen, gänzlich auf. Auch **Newton** begnügte sich aus eben dem Grunde mit sphärischen Hohlspiegeln, so wie **Halley**, welcher um das Jahr 1726 die ersten guten Teleskope dieser Art verfertigte.

Einige Jahre darauf machte aber **Schort** weit vollkommenere Spiegelteleskope, indem er den hierzu gebrauchten Spiegeln eine solche Krümmung zu geben wußte, daß sie eine weit größere Oeffnung, als andere, erhalten konnten. Diese Spiegel scheinen daher eine parabolische Gestalt gehabt zu haben *). Inzwischen hat sich dieser Künstler, welcher sich anfänglich in Schottland aufhielt, nachher aber nach England sich begab, bey Verfertigung solcher Spiegel, nach keinen gewissen bestimmten Regeln gerichtet. Er war bloß zufälliger Weise glücklich, eine solche Gestalt zu wählen, welche beym Gebrauche eine so gute Wirkung thaten,

*) *Exleri dioptr. Tom. II. p. 530.*

thaten, so wie denn überhaupt die nachfolgenden Englischen Künstler sich solche Vortheile zu verschaffen wußten. Dergleichen Vortheile bestehen darin, daß man beym Schleifen sich eine solche Fertigkeit erwirbt, daß der Spiegel in der Mitte eine stärkere Krümmung als an der Seite erhält, wodurch er wenigstens der parabolischen Gestalt genähert wird. Hiernächst stellt man eine Probe mit einem solchen Spiegel im verfinsterten Zimmer an, indem man ihm ein Bild eines stark erleuchteten Gegenstandes zurückwerfen läßt, da er alsdann durch Verbesserung endlich dahin gebracht werden kann, daß er ein vollkommen deutliches Bild zu Stande bringt.

Beym Smith [α]) findet man eine Anweisung zu Verfertigung der Metallspiegel von Molineux und Halley, worin angeführt wird, daß die Verfertiger solcher Spiegel ihnen dadurch eine parabolische Gestalt gegeben hätten, daß sie etwas mehr Schlamm auf den Wetzsteinen gelassen, oder daß sie das Schleifen mit einer Art von epicykloidalischer Bewegung beendet hätten, mit welcher sie die Mitte des Spiegels unweit des Umkreises der Wetzsteine etwa eine Minute lang herumführten.

Eine sehr umständliche Beschreibung der Methoden, dergleichen Spiegel zu verfertigen, hat Mudge [β]) angegeben. Er räth nämlich an, den Spiegel anfänglich genau sphärisch zu schleifen, und ihm die veränderte Gestalt erst beym Poliren zu geben. Diese Politur soll er nämlich zuerst in der Mitte, oder um das durch ihn gebohrte Loch herum erhalten. Damit aber der Spiegel hierbey daselbst nicht sogleich so scharf angegriffen werde, um ihm vor allen Dingen die sphärische Gestalt geben zu können, durchlöchert er die Polirscheibe selbst in der Mitte. Nachdem nun der Spiegel die sphärische Form genau erhalten hat, verstopft er nun das Loch in der Polirscheibe mit einem Kork jedoch so, daß er nicht ganz bis

α) Lehrbegriff der Optik durch Kästner, S. 278.
β) Philosoph. transact. for 1777. Vol. LXVII. P. I. p. 296 f. übers. in Leipz. Samml. zur Phys. und Naturg. B. II. St. 5. S. 584.

bis zu deren Oberfläche reicht, reiniget diese Oberfläche mit einem Schwamm, bringt den Spiegel, indem sie noch feucht ist, darauf, trägt mit dem Pinsel rund herum so viel Wasser auf, als der hervorragende Rand der Scheibe Wasser fassen kann, gießt auch Wasser in das Loch des Spiegels, und läßt dieß alles 2 bis 3 Stunden stehen, um eine genaue Berührung beyder Flächen und eine gleiche Wärme zu erhalten. Nunmehr zieht er den Kork heraus, läßt daß Wasser ablaufen, und bewegt zuerst den Spiegel ganz langsam in einem sehr kleinen Kreise um den Mittelpunkt der Polirscheibe; hiernächst macht er allmählig Kreise von größerm Durchmesser, und dreht dabey den Spiegel beständig um seine Axe, jedoch ohne weitern Druck, als den der Spiegel durch sein eigenes Gewicht gibt. Auf diese Weise fährt er etwa 2 Minuten lang fort, verändert dabey immer seine Stellung gegen den Block, worauf die Polirscheibe feste ist, und führt die Kreise mit immer vergrößertem Durchmesser so weit, bis der Rand des Spiegels etwa gegen $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{8}$ Zoll über den Rand der Scheibe hinaus gehet. Hierbey wird nun die stärkere Krümmung in der Mitte durch die anfänglich engen, und nachher immer weiter geöffneten Kreise des Streichens hervorgebracht. **Mudge** macht seine Probe so, daß er den Spiegel in das Teleskop, für welches er bestimmt ist, stellet, mit dem andern Spiegel in gehörige Verbindung bringt, und dadurch einen nicht sehr entfernten Gegenstand auf eine gewisse vorgeschriebene Art betrachtet.

Mudge versichert, diese seine Methode sey durch lange Erfahrung bewähret, und er habe Gründe genug, sie mit der Schortischen, die nicht öffentlich bekannt geworden ist, für einerley zu halten. Sein Verfahren ist auf Spiegel von 4 Zoll Durchmesser eingerichtet, jedoch läßt es sich auch auf etwas größere Durchmesser anwenden.

Unter allen aber hat es in Verfertigung sehr großer parabolischer Spiegel Herr **Herschel** am weitesten gebracht. Die Fläche seiner Spiegel ist so vollkommen parabolisch, daß sie ohne die geringste Blendung gebrauchet werden können.

Seine

Seine Methode aber, wodurch er diese so vollkommen parabolische Gestalt erhält, ist unbekannt. Dennoch sind die Herren **Schröter** in Lilienthal und **Schrader** in Kiel so glücklich gewesen, beträchtlich große Spiegel zu verfertigen, welche die genaueste parabolische Form besitzen. M. s. **Spiegelteleskope.**

Uebrigens enthalten aber bey aller dieser so großen Vollkommenheit die Spiegel doch noch einige Unregelmäßigkeiten in der Gestalt, welches daraus erhellet, weil die meisten newtonischen Spiegelteleskope mehr Deutlichkeit gewähren, wenn dem großen Spiegel eine schräge Lage gegen die Axe der Röhre gegeben, der kleine ganz weggenommen, und der Okulareinsatz an der Oeffnung unmittelbar gegen den großen Spiegel gerichtet wird. Auf diese Art gebrauchte Herschel seinen im Jahr 1783 zu Stande gebrachten 20 füßigen Reflektor bey der Entdeckung der Uranustrabanten. Auch Herr **Schröter** versuchte es, den Objektivspiegel seines 7 füßigen Teleskops in geneigten Richtungen zu gebrauchen. Hatte er ihn bis zu 1° 50″ rückwärts geneigt, so wurde das Bild immer auffallender, ruhiger und deutlicher. Er versuchte, den kleinen Spiegel parallel nachzuschrauben; allein dadurch verlor sich die größere Deutlichkeit, und er mußte diesen kleinen Spiegel wieder in seine vorige Lage zurück bringen. Hr. **Schröter** wählte unter verschiedenen Neigungen ungefähr 1° 15′, wodurch die Deutlichkeit des Teleskops sehr viel gewann. Hierbey bleibt es aber auffallend, daß es bey einer so beträchtlichen Neigung das Bild vom großen Spiegel eben so, wie bey der genauesten concentrirten Lage, mitten auf den kleinen Spiegel, nicht oberhalb über demselben, zurückgeworfen wird. Ohne Zweifel liegt der Grund hiervon in einer Irregularität der Gestalt des Spiegels. Indessen ist der Vortheil bey einer gewissen Neigung gegen die Axe des Rohrs nicht unerheblich, weil bey starker Vergrößerung dadurch ein viel deutlicheres und besser begrenztes Bild zu Stande gebracht wird.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel** an versch. Stellen. **Kästner** Anfangsgründe der Mathemat.

4te Aufl. 1792. 8. Katoptrik. Karsten Anfangsgründe der mathematischen Wissenschaften B. III. Greifsw. 1787. Photometrie. Abschn. II u. f. Smiths Lehrbegriff der Optik durch Kästner an versch. Stellen. Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturg. B. V. St. 4. S. 72 f. B. VIII. St. 2. S. 90 f.

Spiegelkabinet, Spiegelkasten (cistula catoptrica, boite catoptrique, caisse catoptrique, cabinet de glace). Unter diesem Nahmen versteht man überhaupt alle Räume, welche mit Wänden umschlossen, und in welchen mehrere Spiegel so angebracht sind, daß dadurch eine Vervielfältigung der Bilder entstehet. Die verschlossenen Räume können entweder große Zimmer oder Säle seyn, in welchen die Spiegel eine solche Stellung gegen einander haben, daß dadurch die Bilder vervielfältiget werden (Spiegelzimmer, Spiegelsäle), oder es können die Spiegel in einem besonders dazu eingerichteten und leicht fortzubringenden Kasten so geordnet seyn, daß eine Person, die von außen hineinsiehet, das Bild von einem Gegenstande vervielfältiget wahrnimmt. Auch lassen sich Spiegel so mit einander verbinden, daß sie unter jedem beliebigen Winkel gegen einander gestellet werden können; so daß darin der Gegenstand abermahls ein vervielfältigtes Bild zu Stande bringt (Spiegelbücher). Alles kommt hierbey auf eine gehörige Stellung zweyer oder mehrerer Planspiegel gegen einander an.

Bringt man zwey Planspiegel so zusammen, daß sie gegen einander unter einem Winkel, der kleiner als 180° ist, geneigt sind, so wird ein zwischen beyden Spiegeln gestelltes Objekt in einem jeden Spiegel ein Bild zuwege bringen. Können alsdenn die von dem einen Spiegel zurückgeworfenen Strahlen wieder auf den andern fallen, so verursachen sie in dem andern Spiegel ein neues Bild. Können diese von dem andern Spiegel abermahls zurückgehenden Strahlen auf den ersten Spiegel fallen, so machen sie wiederum ein Bild. Auf solche Art bewirken immer die von dem einen Spiegel reflektirten Strahlen in dem andern ein neues Bild, wenn nämlich

die

die zurückgeworfenen Strahlen auf den andern fallen können. Es hängt bloß von der Lage der Spiegel gegen einander ab, wie viel Mahl die von jedem Spiegel reflektirten Strahlen auf den andern fallen, und ein neues Bild zu Stande bringen können.

Es seyen (fig. 98.) a b und a c zwey ebene Spiegel, welche unter dem Winkel b a c gegen einander geneigt sind, und o sey ein leuchtender Punkt zwischen beyden Spiegeln. Man ziehe o e auf a c senkrecht, und mache e d = e o, so ist d das erste Bild von o hinter dem Spiegel a c. Von diesem Bilde d als Objekt betrachtet gibt es nun hinter der Spiegelfläche a b ein Bild i, wenn man d m auf a b senkrecht ziehet, und d m = m i machet. Von diesem Bilde i als Objekt gibt es wiederum in den Spiegel a c ein neues Bild k, wenn i n auf n c senkrecht gezogen, und n k = ni gemacht wird. Weil nun k schon hinter die Spiegelfläche a b fällt, so kann es darauf kein Licht mehr werfen, und es ist dieß demnach das letzte Bild, welches beyde Spiegel in dieser Neigung gegen einander machen können. Hieraus kann man sich demnach leicht überzeugen, daß alle diese Bilder in der Peripherie eines Kreises liegen, dessen Halbmesser die Entfernung des strahlenden Punktes o von beyder Spiegelflächen Durchschnittslinie ist.

Wenn der Neigungswinkel b a c = α beyder Planspiegel a b und a c gegen einander nebst der Stelle des leuchtenden Punktes o zwischen beyden Spiegeln gegeben ist, so lassen sich so wohl die Stellen der Bilder, als auch ihre Anzahl auf folgende Art finden. Man beschreibet mit dem Halbmesser a o einen Kreis, und halbiret den Winkel b a c = α. Nun betrachte man zuerst diejenigen Bilder, welche mit dem Spiegel a c zusammen gehören. Das Bild d ist hinter dem Spiegel a c um d e = e o entfernet; demnach hat man e a d = e a o = e a p — o a p = $\frac{1}{2}\alpha - \beta$, wenn der Winkel o a p = β gesetzet wird. Das Bild d als leuchtender Punkt betrachtet verursachet im zweyten Spiegel a b ein neues Bild i, und es ist f a i = f a d = f a c + e a d = $\alpha + \frac{1}{2}$ $\alpha - \beta$.

$\alpha - \beta$. Das Bild i bringt in dem Spiegel a c abermahls ein Bild in k zuwege, und man hat e a i = i a k = f a c + f a e $= \alpha + \alpha + \frac{1}{2}\alpha - \beta = 2\alpha + \frac{1}{2}\alpha - \beta$. Man sieht nun leicht, daß überhaupt für das μte Bild die Stelle hinter dem Spiegel durch den Ausdruck $(\mu - 1)\alpha + \frac{1}{2}\alpha - \beta = (\mu - \frac{1}{2})\alpha - \beta$ bestimmt wird. Dieses Bild wird nun alle Mahl in dem andern Spiegel ein neues Bild zu Stande bringen, wenn $(\mu - \frac{1}{2})\alpha - \beta < 180° - \alpha$ bleibt. Hieraus findet man $(\mu - \frac{1}{2})\alpha + \alpha < 180° + \beta$, oder $(2\mu + 1)\alpha < 360° + 2\beta$, und $2\mu + 1 < \frac{360° + 2\beta}{\alpha}$. Setzt man alsdann diejenige von den ungeraden Zahlen, welche dem Quotienten $\frac{360° + 2\beta}{\alpha}$ am nächsten kömmt, $= \delta$, so hat man $\delta = 2\mu + 1$, also $\delta - 1 = 2\mu$ und $\mu = \frac{1}{2}(\delta - 1)$ für die Anzahl aller Bilder, wovon das letzte noch eins und zwar das letzte unter allen macht, mithin ist die Anzahl aller Bilder, von welchen das erste hinter den Spiegel a c fällt, $= \frac{1}{2}(\delta - 1) + 1 = \frac{1}{2}(\delta + 1)$.

Für den andern Spiegel a b ist g das erste Bild, und die Stelle desselben wird durch den Winkel f a g = f a o $= \frac{1}{2}\alpha + \beta$ bestimmt. Dieses Bild bringt in dem andern Spiegel a c ein neues Bild h zuwege, und es ist h a e = e a f + f a g $= \alpha + \frac{1}{2}\alpha + \beta$. Demnach würde die Stelle für das μte Bild durch den Ausdruck $(\mu - 1)\alpha + \frac{1}{2}\alpha + \beta = (\mu - \frac{1}{2})\alpha + \beta$ bestimmt. Dieses μte Bild wird aber alsdann immer im entgegengesetzten Spiegel ein neues Bild verursachen, wenn $(\mu - \frac{1}{2})\alpha + \beta < 180° - \alpha$, mithin $2\mu + 1 < \frac{360° + 2\beta}{\alpha}$ ist. Hieraus läßt sich μ ebenfalls wie im vorigen Falle finden.

Je kleiner der Neigungswinkel beyder Spiegelflächen gegen einander ist, desto mehr muß sich das Bild eines zwischen beyden befindlichen Objektes vervielfältigen. Das Bild eines solchen Objektes erscheinet bey einem Neigungswinkel der Spiegel

von	120 Graden	2 Mahl	
—	90 —	3 —	
—	72 —	4 —	
—	60 —	5 —	
—	$51\frac{3}{7}$ —	6 —	
—	45 —	7 —	
—	40 —	8 —	
—	36 —	9 —	u. s. f.

es wird sich also das Bild eines Objektes zwischen zweyen parallelen ebenen Spiegeln unzählige Mahl vervielfältigen.

Ob jemand, der die Spiegel vor sich hat, alle oder nur einige von diesen Bildern sehen könne, das hängt von der Stelle, wo sich das Auge befindet, und zugleich von der größern oder geringern Ausdehnung der Spiegel nach der Länge der Schenkel a b, a c ihres Neigungswinkels ab. Soll es alle Bilder sehen können, so muß es sich nothwendig in dem Theile des Raumes zwischen den Spiegeln befinden, welchen die Räume zwischen den Schenkeln der Winkel, die solche gerade Linien machen, welche von dem Bilde durch die Grenzen a und b, und a und c der Spiegel laufen, mit einander gemein haben. Umständlichere Nachricht findet man in einer Abhandlung vom Herrn Kästner α).

Wie man durch Verbindung zweyer und mehrerer ebener Spiegel mancherley angenehme optische Erscheinungen zuwege bringen könne, lehren Zahn β), Traber γ), auch Wolff δ). Es wird hinreichend seyn, hiervon nur ein Paar anzuführen.

Man verfertiget sich einen pappenen Kasten in Gestalt eines vielseitigen senkrechten Prisma's, und theilet selbigen durch Diagonalwände, welche sich alle in der Axe des Prisma schneiden, in so viele dreyeckte Zellen ab, als das Prisma Seitenflächen hat. Diese Diagonalwände überleget man auf

α) De multiplicatione imaginum ope duorum speculorum, in diss. mathem. et physic. Altenb. 1771. p. 8 sq.

β) Oculus artificialis teledioptricus. fundam. III. syntagma V. Cap. IV.

γ) Neruus opticus, lib. II. cap. IV. V.

δ) Elementa catoptricae, §. 106 sq.

auf beyden Seiten mit Spiegelglas, bohret in die Seitenflächen Löcher, durch welche man in die Zellen sehen kann, bringt in jede Zelle einen einzelnen Gegenstand, und bedeckt den Kasten oben mit dünnem durchsichtigen Zeuge, damit das Licht durchgehe. Man erblickt alsdann durch jedes Loch einen Schauplatz eben so groß, als den ganzen Kasten, welcher doch jedes Mahl mit andern Gegenständen erfüllt ist.

Auch kann man in einem solchen Kasten von der nämlichen Form, aber ohne Diagonalwände, die innern Seitenflächen allein mit Spiegelglas belegen, wovon man an den Löchern die Belegung abschabt, um in das Innere sehen zu können. Mitten in dem Kasten wird ein einziges Objekt, z. B. eine Puppe, gestellt. Sieht man nun durch ein Loch hinein, so erblickt man den Gegenstand ungemein vervielfältiget. Weil parallel gestellte Spiegel die größte Vervielfältigung der Bilder zuwege bringen, so dienen zu dergleichen Spiegelkasten am besten solche Polygone, deren zwey einander entgegengesetzte Seitenflächen mit einander parallel gehen, wie z. B. das Sechseck, Achteck u. s.

Aus allen diesen läßt sich sehr leicht die Einrichtung der Spiegelsäle erklären, in welchen eine Menge großer einander gegenüber gestellter Spiegel die Bilder der in diesen Sälen befindlichen Gegenstände ins unendliche vervielfältigen.

Spiegelmikroskop s. **Mikroskop.**

Spiegelteleskop, reflektirendes Teleskop, Reflektor (telescopium catadioptricum s. reflectens, telescope cotoptrique ou catadioptrique, telescope de reflexion), heißt ein Fernrohr, welches statt des Objektivglases einen Hohlspiegel besitzet. Unter dem Nahmen **Teleskop** begreift man überhaupt nicht allein das gemeine Fernrohr, das bloß aus dioptrischen Linsen besteht, sondern auch das Spiegelteleskop. Gleich mit der Erfindung der Fernröhre belegte man auch diese mit dem Nahmen der Teleskope. Seitdem aber die Spiegelteleskope gemeiner geworden sind, versteht man doch unter dem allgemeinen

Ausdrucke Teleskop mehr ein Spiegelteleskop als ein Fernrohr. Es ist nämlich immer gewöhnlich gewesen, diejenigen Fernröhre Teleskope zu nennen, welche man für die vollkommensten optischen Werkzeuge dieser Art gehalten hat. Daraus erkläret es sich, warum heutzutage die Spiegelteleskope Vorzugsweise überhaupt Teleskope genannt werden.

Herr **Klügel** *) bemerket, daß Abat in seinen amusem. philosoph. p. 381. eine Stelle aus des P. **Zucchi**, eines Italiänischen Jesuiten, optica philosophia. Lyon 1652. P. I. cap. 14. p. 126. anführe, wo dieser erzähle, daß er im Jahre 1616 beym Nachdenken über die neuerfundenen Fernröhre auf den Gedanken gekommen sey, statt der gläsernen Objektive metallene Hohlspiegel zu nehmen; auch habe er wirklich den Versuch gemacht, und mit einem gut gearbeiteten Hohlspiegel ein Hohlglas als Okular verbunden, womit er Gegenstände auf der Erde und am Himmel betrachtet habe, und seine Theorie sey durch den Erfolg bestätiget. Dieser Gedanke gehöret in die Zeiten, wo das Holländische Fernrohr noch allein bekannt war. Herr **Klügel** hat aber nicht gefunden, daß man an solche Teleskope weiter gedacht hätte. In den neuern Zeiten theilte der Abt Häseler zu Holzminden ihm ein Projekt mit, solche reflektirende Taschenteleskope zu verfertigen; allein die von ihm gemachte Theorie zeigte, daß hierbey das Gesichtsfeld zu klein ausfiel.

Der P **Mersenne** hingegen schlägt zuerst vor, zur Vergrößerung entlegener Gegenstände, sich ein Paar parabolischer Spiegel zu bedienen β). Er gibt eine Abbildung an, wo nicht weit vom Brennpunkte eines großen parabolischen Spiegels ein anderer kleiner steht, welcher Parallelstrahlen, die von der erstern Spiegelfläche zusammenfahrend reflektiret werden, wieder parallel zurückwirft, und auf solche Art durch ein in dem großen Spiegel befindliches

*) Priestley's Geschichte der Optik, S. 566.

β) Phaenomena hydraulico-pneumatica. Paris 1644. 4. prop. XIX. Lemma p. 96.

liches Loch ins Auge bringt. So saget er ausdrücklich: sed foramen (speculi maioris) non debet excedere pupillam oculi, vel superficiem (speculi minoris), ne lumen aliquod peregrinum obiectorum luminibus officiat, et irrumpens distinctam visionem perturbat; illud igitur tubo intus nigro speculum vtrumque concludente, et aliis quibusuis modis excludendum; quibus peractis, si concaua maioris parabolae superficies sit 8 digitorum, minoris vero semidigiti, seu linearum 6, obiecta ducenties quinquagies sexies maiora, vel distinctiora seu clariora videbuntur. Des P. Mersenne Vorschlag ging also dahin, zu dem Instrumente keine Gläser, sondern bloß Spiegel zu gebrauchen.

Mersenne scheint auf diesen Gedanken um das Jahr 1639 gekommen zu seyn. Es scheint dieß besonders aus zwey Briefen des Cartesius an den P. Mersenne zu erhellen *), welchen zwar das Datum fehlet, welche aber dem Zusammenhange mit den übrigen zu Folge in die Mitte des Jahres 1639 gesetzet werden müssen. In dem ersten dieser Briefe führet Cartesius an, daß die von Mersenne vorgeschlagenen Spiegel weniger leisten würden, als die gewöhnlichen Fernröhre mit Glaslinsen, 1. weil man das Auge nicht nahe genug an den kleinsten Spiegel bringen, 2. weil man sie nicht, wie die Gläser, in Röhren fassen, und daher das Licht von den Seiten abhalten könne, 3. weil sie eben die Länge, wie die gewöhnlichen Fernröhre, besitzen müßten, wenn sie eine gleiche Wirkung mit diesen thun sollten; daher die Verfertigung eben so vielen Schwierigkeiten ausgesetzet wäre, 4. weil durch die Zurückwerfung viel Licht verloren gehe. Diese Einwürfe mögen wohl den P. Mersenne abgehalten haben, den Gedanken in Ausführung zu bringen, ob sie gleich, den vierten ausgenommen, von keiner Erheblichkeit waren.

Da man indessen gar bald wahrgenommen hatte, daß die gewöhnlichen Glaslinsen wegen der Abweichung der Strah-

*) Epistolae. Part. II. epist. 29. 32.

Strahlen in ihrer Zusammensetzung kein vollkommenes Fernrohr gaben, so bemühete man sich durch Cartesius Vorschläge bewogen außerordentlich, statt der sphärischen Objektivgläser parabolisch-hyperbolische in Anwendung zu bringen. Allein die Künstler waren nicht vermögend, den Gläsern eine solche Gestalt zu geben, und überdem würden sie noch weniger, als die sphärischen Glaslinsen geleistet haben, indem sie nicht allein eine beträchtliche Dicke hätten erhalten müssen, wodurch das Licht ungemein würde geschwächt worden seyn, sondern es würde auch dabey die nachher von Newton entdeckte Abweichung der Strahlen wegen der verschiedenen Farben beständig noch Statt gehabt haben. Da man also in Verfertigung der Gläser von solchen Gestalten nicht glücklicher war, so schlug im Jahre 1663 Jakob Gregory statt der Gläser Spiegel vor. Es ist nicht wahrscheinlich, daß dieser auf den Gedanken aus den Schriften des P. Mersenne gekommen sey; sein Vorschlag ging auch nicht dahin, bloß Spiegel, sondern vielmehr eine Verbindung von Spiegeln und Gläsern zu gebrauchen, und die Briefe des Cartesius, die erst im Jahre 1666 in Holland gedruckt wurden, konnten ihm damahls gar nicht bekannt seyn.

Nach Gregory *) sollten zwey metallene Spiegel gebraucht werden. Der große Spiegel sollte ein hohler parabolischer seyn, welcher die Parallelstrahlen, die von jedem Punkte des weit entlegenen Gegenstandes herkämen, nach der Reflexion zusammenlenken sollte. In der Axe des großen Hohlspiegels sollte der Mittelpunkt eines kleinern elliptischen Hohlspiegels stehen, welcher diese zusammengebrachten Strahlen zurücksenden, und ein Bild des Gegenstandes nicht weit vor dem großen Hohlspiegel entwerfen würde. Da aber Gregory selbst kein Künstler war, so konnte er diesen seinen Vorschlag nicht ausführen. Er erhielt zwar einen metallenen Objektivspiegel nebst einem kleinern von Reives und

*) Optica promota cum append. subtilium problem. astronomic. Lond. 1663. 4.

und Cox geschliffen; allein sie waren nicht gut polirt und nur sphärisch. Er machte hiermit einige Versuche, ohne sie ein Mahl in eine Röhre zu fassen, und gab endlich die ganze Sache aus Unwillen, daß er keinen parabolischen Spiegel bekommen konnte, auf.

Inzwischen entdeckte Newton im Jahre 1666, daß die Abweichung der gewöhnlichen Fernröhre vorzüglich ihren Grund in der Farbenzerstreuung habe, und da er durch seine Versuche verleitet wurde, diese Abweichung bey bloßen Gläsern für unvermeidlich zu halten, so gab er sich von dieser Zeit an keine Mühe mehr, die Gläser zu verbessern, sondern wandte alle seine Aufmerksamkeit auf den Gebrauch der Spiegel. Newton blieb aber auch bey sphärischen Hohlspiegeln stehen, weil er es für sehr schwierig hielt, den Spiegeln die Gestalt der Kegelschnitte zu geben. Er brachte bald ein Teleskop mit einem Metallspiegel zu Stande, welches 30 bis 40 Mahl vergrößerte, und von der königlichen Societät zu London am 18ten Jan. 1672 mit Beyfall aufgenommen ward α). Newton hat auch selbst dieses Instrument in den Transactionen beschrieben β), und in seiner Optik etwas abgeändert bekannt gemacht.

Dieses Newtonische Teleskop hatte folgende Einrichtung. In einer inwendig geschwärzten Röhre (fig. 99.) a b c d befindet sich am Boden b c ein sphärischer Hohlspiegel von Metall e g h f. Ferner wird in dieser Röhre weiter vorwärts der ebene Metallspiegel k l von dem Träger i gehalten, an welchem die von dem Spiegel e g h f zurückgeworfenen Strahlen o p und q r seitwärts reflektiret werden, und sich in s zu einem Bilde vereinigen. Dieser Punkt s ist zugleich der Brennpunkt der planconvexen Linse n, durch welche das Bild s vom Auge betrachtet wird. Man sieht also in das Newtonische Teleskop nicht gerade nach den Gegen-

α) The history of the royal society in London by *Thom. Birch.* Lond. 1756. 4. Vol. III. p. 4.

β) A new catadioptrical Telescope, Philos. Transact. n. 82. p. 4004. Mart. 1672.

stand o q hin, sondern von der Seite hinein, wobey zwar das Suchen des Objektes mit einiger Schwierigkeit verbunden, im Gegentheil zur Betrachtung der Gegenstände nach allen möglichen Richtungen sehr bequem ist.

Da aber **Newton** durch die angewandten Metallspiegel die erwünschte Deutlichkeit nicht erlangen konnte, so schlug er in seiner Optik statt des Metallspiegels e g h f ein Glas, welches an der Vorderfläche hohl, an der Hinterfläche erhaben, an allen Stellen gleich dick und auf der Hinterseite mit Quecksilber beleget wäre, statt des Planspiegels l k aber ein gläsernes dreyseitiges Prisma k l m vor, welches die Strahlen von der Fläche l k zurücksende. Hinter dem Okulare gehen die Strahlen durch ein kleines Loch in einer Metallplatte, um die vom Rande des Spiegels herkommenden Strahlen aufzufangen, und dadurch dem Bilde mehr Deutlichkeit zu verschaffen. Nach seiner Versicherung soll ein solches Werkzeug 6 Fuß lang (vom Spiegel bis zum gläsernen Prisma, und von da bis f gerechnet), wenn es gut gearbeitet sey, eine Oeffnung von 6 Zollen am Spiegel vertragen, und 200 bis 300 Mahl vergrößern. Der Spiegel müsse 1 bis 2 Zolle breiter, als die Oeffnung, und das Gas eine solche Dicke besitzen, daß es sich bey der Bearbeitung nicht biege. Die Fläche k l soll überdem mit keiner Folie beleget werden, weil sich das Prisma so stellen lasse, daß alle Strahlen zurückgeworfen würden.

Als **Newton** [α]) sein Teleskop in den Transactionen bekannt gemacht hatte, eignete sich ein Franzose **Cassegrain** [β]) die Erfindung eines Teleskops zu, welches mit dem Gregorianischen eine große Aehnlichkeit hat. **Cassegrain** wurde daher beschuldiget, er habe **Gregory's** Erfindung nur nachgeahmt, und, um sie abzuändern, bloß einen concaven kleinern Spiegel statt einen hohlen sphärischen gewählet. Der große Spiegel ist nämlich ein sphärischer Hohlspiegel, welcher durchbohrt ist, und der kleine ein Convexspiegel. Dieses Cassegrainische

α) Lib. I. P. I. propr. VIII. probl. 2.
β) Journal des savans 1672.

nische Teleskop wird um die doppelte Brennweite des kleinern Spiegels kürzer, als das Gregorianische, zeigt aber die Objekte verkehrt. **Montucla** glaubet, daß das Cassegrainische Teleskop in Rücksicht der Theorie einige Vorzüge vor dem Newtonischen habe, so wohl weil es kürzer, als auch weil der kleine Convexspiegel durch die Zerstreuung der Strahlen das Bild, welches der erste Spiegel zu Stande bringt, gar sehr vergrößern müsse. **Newton** *) hat gegen das Cassegrainische Teleskop einige Einwendungen gemacht, welche zum Theil auch das Gregorianische treffen; gleichwohl leistet es, wenn es gut gearbeitet ist, vortreffliche Dienste. **Michell** untersuchte das Cassegrainische Teleskop etwas genauer, und fand, daß die Abweichung wegen der Kugelgestalt des großen Hohlspiegels durch den sphärischen Convexspiegel (welcher eigentlich hyperbolisch seyn sollte), noch mehr vergrößert, durch einen sphärischen Hohlspiegel aber (der eigentlich elliptisch seyn sollte) eher vermindert wird. Daher würde das Gregorianische dem Cassegrainischen vorzuziehen seyn.

Das erste gute Teleskop, welches nach **Gregory**'s Vorschlage mit einigen kleinen Abänderungen eingerichtet war, brachte D. **Hooke** zu Stande, und zeigte es der königlichen Gesellschaft zu London im Jahre 1674.

Inzwischen blieben doch alle diese schönen Vorschläge, wovon auch einige zur Ausübung gebracht waren, noch ein ganzes halbes Jahrhundert liegen. Man war zu sehr für den Gedanken eingenommen, daß es sich wohl mehr der Mühe belohne, die Fernröhre zu einem höhern Grade der Vollkommenheit zu bringen, als auf neue Einrichtungen von Werkzeugen dieser Art zu denken.

Erst im Jahre 1718 fing **John Hadley** von neuem wieder an, diesen wichtigen Gegenstand mit besserem Glücke in Ausübung zu bringen. Er überreichte im Jahre 1723 der londner königlichen Societät ein nach **Newton**'s Entwurfe verfertigtes Teleskop. Der große Spiegel hatte 10 Fuß $5\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, daß folglich seine Brenn-

*) Philosoph. Transact. n. 83. p. 4057. May 1672.

weite $62\frac{5}{6}$ Zoll war [α]). **Prund** und **Bradley** untersuchten dieß Teleskop gemeinschaftlich, und statteten von der Güte desselben den vortheilhaftesten Bericht ab [β]).

Mit einem dieser Teleskope, dessen großer Spiegel noch nicht völlig $5\frac{1}{4}$ Fuß in der Brennweite hatte, und mit dem berühmten Huygenschen Fernglase ohne Röhren, dessen Objektivglas eine Brennweite von 123 Fuß hat, stellte man eine Vergleichung an, und fand, daß jenes ein eben so großes Okular vertrug, eben so stark vergrößerte, und dieselbe Deutlichkeit, jedoch nicht mit derselben Klarheit und Helligkeit, gewährte. Mit diesem **Hadley'schen** Teleskope konnte man das alles sehen, was bisher mit **Huygens** Fernglas entdecket war, unter andern noch besser die fünf Trabanten des Saturnus, als durch das lange Fernrohr, bey welchem die Dämmerung in den Sommernächten sehr hinderlich war, weil es keine Röhren hatte. Ueberhaupt fiel das Urtheil über die Hadley'schen Spiegelteleskope so aus, daß sie für die ausübende Astronomie den gewöhnlichen dioptrischen Fernröhren weit vorzuziehen seyn würden, wenn es möglich wäre, die Metallspiegel vor dem Anlaufen zu bewahren, oder auch eben so gute hohle Glasspiegel zu verfertigen.

Hadley fand bey der Newtonischen Einrichtung der Spiegelteleskope einige Unbequemlichkeiten, besonders da man in selbige seitwärts sehen muß; daher zog er **Gregory's** Einrichtung vor, welche er seit dem Jahre 1726 mit großer Vollkommenheit verfertigte. Sie besteht in folgendem:

In der messingenen Röhre (fig. 100.) abcd befindet sich am Boden bc ein in der Mitte durchlöcherter Spiegel gh, und in der Axe des Spiegels ein kleinerer Hohlspiegel ef, welcher sich hin und her schieben läßt. Wäre nun rs ein sehr weit entlegenes Objekt, welches von jedem Punkte Parallelstrahlen auf die Spiegelfläche gh sendet, wovon hier ein Paar von r, und ein Paar von s her kommende vorgestellet sind, so werden diese nach der Reflexion in der

α) An account of a reflecting telescope made by M. *John Hadley*, in Philosoph. Transact. N. 376. p. 303.

β) Philosoph. Transact. n. 378. p. 382.

der Spiegelfläche ein verkehrtes Bild pq zuwege bringen. Von diesem Bilde fallen nun die Strahlen wie von einem wirklichen Gegenstande auf den kleinen Spiegel ef, und werden von selbigem so zurückgeworfen, daß sie in xy ein aufrechtes Bild machen würden, welches von dem Auge o durch ein einfaches Okularglas betrachtet werden könnte. Da aber das Auge auf solche Art nur einen kleinen Theil des Objektes übersehen würde, so gebrauchet man lieber zwey oder mehrere Okulargläser, und verbindet diese, wie bey zusammengesetzten Mikroskopen, so mit einander, daß das letzte Bild im Brennpunkte des Okulars wn liegt. In dem in der Figur vorgestellten Falle, wo zwey Okulare mit einander verbunden sind, werden diejenigen Strahlen, welche das Bild xy machen würden, noch ehe dieß geschiehet, durch das Okular ni aufgefangen, so daß sie sich schon in vz vereinigen, und daselbst ein kleines aufrechtes Bild zu Stande bringen, welche von dem Auge o durch den Meniskus wn betrachtet wird, in dessen Brennpunkte das Bild des Gegenstandes liegt. Dieß bringt nun die auf den Meniskus fallenden Strahlenkegel parallel ins Auge, welches also das Bild aufrecht und deutlich siehet.

Diese Vergrößerung bey diesem Teleskope läßt sich auf diese Art finden. Man setze (fig.10*.), b sey der Brennpunkt des großen Spiegels gh und c der Brennpunkt des kleinern ef. Wenn nun em einen Strahl vorstellet, welcher von dem obersten Punkte eines weit entlegenen Objektes durch den Brennpunkt b gehet, so wird er von der Spiegelfläche gh mit der Axe ca parallel, und von dem Spiegel ef durch seinen Brennpunkt c nach k reflektirt. Hier bricht ihn das planconvexe Glas ki in die Lage kq, in welcher er auf den Meniskus wn fällt, und nach der Brechung in selbigem die Axe in δ schneidet. Das Auge in o erhält also nun von dem obern Punkte des Objektes lauter Strahlen mit wo, und von dem Punkte, der in der Axe des Spiegels liegt, lauter Strahlen mit der Axe parallel. Nimmt man nun an, das Objekt stehe auf der Axe des Spiegels senkrecht, so wird auch das Auge selbiges unter dem vergrößer-

größerten Winkel o sehen, da es selbiges mit bloßen Augen in m unter dem Winkel y sehen würde; mithin kommt die Vergrößerung bloß auf das Verhältniß der Winkel o und y an. Weil für solche kleine Winkel, wie x und y, sich ihre Tangenten wie die Winkel selbst verhalten, so hat man

$$y : x = pc : ab$$
$$x = kca : q = dq : cd$$
$$q : o = lo : lq$$

$$\text{mithin } y : o = pc \times dq \times lo : ab \times cd \times lq$$

Bezeichnet man nun die Brennweiten der beyden Okulargläser wn und ki mit α und β, so lassen sich cd, dq, lq und lo berechnen, wenn α, β nebst den Entfernungen der Gläser pd und dl gegeben sind. Man hat nämlich

$$cd = pd - pc$$
$$dq = \frac{cd \,.\, \beta}{cd - \beta}$$
$$lq = dq - dl$$
$$lo = \frac{lq \,.\, \alpha}{lq - \alpha}$$ (m. s. Linsengläser)

Z. E. Im Smith-Kästnerischen Lehrbegriffe der Optik S. 469 sind folgende Abmessungen eines von Schort mit Fleiß verfertigten Gregorianischen Teleskops angegeben. Es war nämlich

die Brennweite ab des großen Spiegels gh = 9,6 Zolle
—— —— cp — kleinen —— ef = 1,5 —
die Entfernung pd = 14,2 —
Brennweite des Okulars ki oder β = 3,8 —
Entfernung beyder Okulare oder dl = 2,4 —
Brennweite des Okulars wn oder α = 1,1 —

daraus findet man cd = pd − pc = 14,2 − 1,5 = 12,7 Zolle

$$dq = \frac{cd \,.\, \beta}{cd - \beta} = \frac{12,7 \times 3,8}{12,7 - 3,8} = 5,4 \text{ Zolle}$$
$$lq = dq - dl = 5,4 - 2,4 = 3 \text{ Zolle}$$
$$lo = \frac{lq \,.\, \alpha}{lq - \alpha} = \frac{3 \times 1,1}{3 - 1,1} = 0,8 \text{ Zoll}$$

und das Verhältniß der Vergrößerung $1,5 \times 5,4 \times 0,8 : 9,6 \times 12,7 \times 3,0$

$$= 15 \times 54 \times 8 : 96 \times 127 \times 30 = 1 : 56\tfrac{4}{9}$$

Durch Versuche fand man, daß dieß Teleskop 60 Mahl vergrößere, mithin stimmte die Erfahrung mit der Theorie ziemlich zusammen.

Nähme man nur ein einziges Okular, so würde in dem Verhältnisse, welches die Vergrößerung anzeiget, das letzte einfache Verhältniß lo : lq wegfallen. Da überdem β gegen bd alle Mahl klein ist, so wird alsdann beynahe dq : cd : $= \beta$: ad; daher wird die Vergrößerung durch das Verhältniß pc $\times$ β : ab^2 ausgedruckt. Diese Regel zur Vergrößerung geben viele Schriftsteller für alle Teleskope überhaupt, auch mit zweyen Okularen. In diesem letztern Falle muß man alsdann α statt β setzen, und es wäre daher das Verhältniß pc $\times$ α : ba^2. Allein diese Regel wird in allen Fällen ohne erheblichen Fehler nicht anwendbar seyn.

Was die Größe des Gesichtsfeldes betrifft, so kommt es bloß darauf an, wie groß man, ohne der Deutlichkeit des Bildes (fig. 100) vz zu schaden, die Oeffnung lassen kann, welche ein daselbst eingesetzter Ring erhält. Weil diese Oeffnung im Brennraume des Okulars wn liegt, so erscheinet ihr Halbmesser dem Auge unter eben dem Winkel, unter welchem er aus der Mitte des Okulars würde gesehen werden, und dessen Tangente man findet, wenn man den Halbmesser der Oeffnung durch die Brennweite des Okulars oder durch α dividiret. Dieser Winkel ist der Halbmesser des vergrößerten Gesichtsfeldes, und gibt durch die Vergrößerungszahl dividiret den Halbmesser des eigentlichen Gesichtsfeldes.

In dem angeführten Schort'schen Teleskope sind die Oeffnungen der Gläser nicht angezeiget; aber die halbe Breite des Lochs im großen Spiegel war 0,25 Zoll. Wenn also das

das Okular w n die nämliche Oeffnung hätte, so würde die gesuchte Tangente, weil $\alpha = 1,1$ ist, $= 0,2272727$, und der dazu gehörige Winkel 12° 48′ gefunden; dieß mit der Vergrößerungszahl dividiret, gebe den Halbmesser des eigentlichen Gesichtsfeldes 13,6 Minuten, und den Durchmesser 27 Minuten. **Schort** fand den letztern vermittelst der Zeit, welche die Sterne brauchten, um über das Gesichtsfeld hinwegzugehen, = 19 Minuten.

Wie groß aber die Oeffnung seyn müsse, damit das Bild so viel möglich die größte Deutlichkeit erhalte, das kömmt auf Rechnungen an, die hier nicht mit beygebracht werden können. Unterricht hiervon findet man beym Smith [α]), **Euler** [β]) und kurz beym **Karsten** [γ]). Nach Smith und **Kästner** ist die Hälfte des deutlichen Bildes die dritte Proportionallinie zu ab, pb und ag (fig. 101.). Nach Schort's Teleskope, wo pb = 1,6533 Zoll, und ag oder die Hälfte der Breite des Spiegels = 1,15 Zoll ist, wird die Hälfte des deutlichen Bildes = 0,19805 Zoll gefunden. Durch das Okular ki wird aber dieses halbe Bild im Verhältnisse seiner vorigen Entfernung von ki zum jetzigen (fig. 100.) (iy : iz) verkleinert, daß sich also die Hälfte des in vz zuwege gebrachten Bildes zur halben Breite des Spiegels im zusammengesetzten Verhältnisse (fig. 101.) (pb:ab) + (iz : iy) (fig. 100.) befindet. Hierbey kommt es aber auf sehr feine Abmessungen kleiner Größen an, die man bey der Ausführung nicht so genau bestimmen kann. Daher findet man lieber die Größe des Gesichtsfeldes der Spiegelteleskope aus Erfahrung.

Außerdem müssen aber auch diejenigen Strahlen abgehalten werden, welche von andern Gegenständen beym kleinen Spiegel vorbey in die Okularröhre kommen. Der äußerste dieser Strahlen ist derjenige, welcher von des Spiegels Rande f (fig. 100.) nach der Mitte des Bildes xy gehet.

α) Lehrbegriff der Optik durch Kästner, S. 460 — 472.
β) Dioptrica Tom. II. append. cap. 3.
γ) Anfangsgründe der mathemat. Wissenschaften, B. III. Photometr. Abschn. XIX.

gehet. Dieser fällt auf das Okular k i nahe an der Axe, wird mitten durch das Bild bey v z hindurch gebrochen, und geht durch den Maniskus w n mit der Axe parallel aus. Hier ist seine Entfernung von der Axe zur halben Breite des kleinen Spiegels in dem zusammengesetzten Verhältnisse (iy : fg) + (α + iz). In Schort's angeführten Teleskope, wo die halbe Breite des kleinen Spiegels 0,3 Zoll beträgt, findet man diese Entfernung = 0,03. Wenn man daher hinter die Gläser an die Stelle des Auges noch eine Platte l m mit einer runden Oeffnung von 0,03 Zoll Halbmesser stellt, so werden alle diese fremden Strahlen vom Auge abgehalten.

Wenn man eine Vergleichung zwischen den Newtonischen, Gregorianischen und Cassegrainischen Teleskopen anstellet, welches nämlich von diesen dreyen bey gleicher Länge die stärkste Vergrößerung gebe, und zugleich zum Gebrauche am bequemsten sey, so wird man der Newtonischen Einrichtung unverkennbare Vorzüge einräumen müssen. Ein Hadley'sches Spiegelteleskop, so wie Hadley dergleichen anfänglich verfertigte, von 5 Fuß Länge mit einem einzigen Okulare würde nach der unter dem Artikel, Apertur (Th. I. S. 104.) mitgetheilten Tabelle eine Vergrößerung von 202 geben, da hingegen nach Smith's Berechnung ein gleich langes Gregorianisches 243 Mahl, und ein Cassegrainisches 253 Mahl vergrößert. Allein Hawksbee hat die Newtonischen Teleskope weit vollkommener verfertiget, so daß ein 5schuhiges 313 Mahl vergrößerte. Daß man bey dem Newtonischen Teleskope von der Seite hineinsiehet, gewähret besonders den Vortheil, daß man es zu Beobachtungen in großen Höhen, wie bey astronomischen, sehr bequem gebrauchen kann. Um aber hierbey die zu beobachtenden Gegenstände aufzusuchen, wird oben auf dem Teleskope ein gewöhnliches Fernrohr, der Sucher, angebracht, dessen Axe mit der Axe des Teleskops genau parallel gehet. Bey vorzunehmender Beobachtung gibt man dem Sucher eine solche Lage, daß der Gegenstand in die Mitte des Gesichtsfeldes kommt; in

diesem

diesem Falle wird ihn auch das Auge durchs Teleskop in der Mitte des Gesichtsfeldes sehen. Für Gegenstände auf unserer Erde hat das Gregorianische Teleskop die Bequemlichkeit, daß es ein gerades Bild zuwege bringt, und gerade hindurch zu sehen verstattet. Cassegrains Teleskop hingegen macht ein verkehrtes Bild, und ob es gleich etwas mehr, als das Gregorianische vergrößert, so hat es doch den wenigsten Beyfall erhalten, besonders vielleicht auch dieserwegen, weil es etwas schwierig ist, die gehörig zusammenstimmende Gestalt beyder Spiegel zu treffen.

Nach Hadley verfertigte der geschickte Schortische Künstler Schort im Jahre 1734 Spiegelteleskope, welche nicht allein die Hadley'schen, sondern überhaupt alle andere in London verfertigte bey weitem übertrafen. Zuerst machte er seine Spiegel vom Glase, einem von Newton gegebenen Rathe zu Folge; er fand aber, daß sie nicht so viel Licht zurücksenden, als er sich vorgestellet hatte, und traf sonst noch viele Schwierigkeiten darin an, sie vollkommen zu bearbeiten, so daß er sich dieserwegen auf die Verbesserung der Metallspiegel mit allem Fleiß legte. Auch war er hierin sehr glücklich, da er ihnen eine sehr geschickte Krümmung zu geben wußte. M. s. Spiegel, parabolische. Durch einige seiner Teleskope, in welchen der große Spiegel 15 Zoll Brennweite hatte, konnte er und andre die Transactionen auf 500 Fuß weit lesen, und man sahe einige Mahl dadurch die fünf Trabanten des Saturnus zusammen. Von diesen Schortischen Teleskopen findet man gute Nachrichten beym Bernoulli *). Sein größtes verfertigtes Teleskop hat 12 Fuß Brennweite für den größten Spiegel mit einer Oeffnung von $21\frac{1}{2}$ Zoll. Es vergrößerte 1200 Mahl, und sein Preis war zu 800 Guineen angesetzet. Dieses damahls einzige Instrument seiner Art lag, nach de la Lande β), in dem Hotel von Marlborough zu London, ohne Gestelle und daß es jemand brauchte, oder sich um dessen Erhaltung bekümmerte.

*) Lettres astronomiques. Berlin 1771. 8. lett. 6. 7.

β) Astronomie. 1me edit. §. 1931.

merke. **Schort** beobachtete gewöhnlich mit einem 64zolligen Teleskop, welches nach seinem Tode im April 1769 für 150 Guineen verkauft wurde. Von ihm besitzt die Sternwarte zu Greenwich ein 6füßiges Newtonisches Teleskop, welches 300 Mahl vergrößert, und zwey Gregorianische von 2 Fuß, welche beynahe eben so viel leisten.

Zu gleicher Zeit mit **Hadley** hatten bereits **Molyneux** und **Bradley** sich mit Verfertigung der Metallspiegel beschäftiget, und einige Künstler, besonders **Scarlet** und **Hearne**, darin unterrichtet. **Smith** *) hat ihr Verfahren angeführet. Zur Spiegelmasse empfehlen sie besonders 3 Theile Kupfer und 1¼ Zinn, oder 6 Theile gutes Hamburger Messing, 1 Theil Zinn, oder noch besser 2 Theile von der ersten und 1 Theil von der letzten Composition zusammen. Man wird eine etwas breitere runde Marmorplatte, als der Spiegel ist, mit Quadraten vom feinsten blauen Wetzsteine belegt, worauf zuerst eine messingene Schale hohl ausgeschliffen, und in dieser wieder ein erhabenes Glas, welches zum Poliren mit Pech und seidenem Zeuge überzogen wird. Hierauf schleift man den Spiegel und die messingene Schale immer wechselsweise mit Schmirgel auf den Wetzsteinen, und berichtigt ihre Gestalt gegen die Polirscheibe, bis alle drey völlig zusammenpassen, da alsdann die Politur des Spiegels auf dem überzogenen Glase mit Zinnasche vollendet wird. Das Verfahren selbst aber ist sehr mühsam. Indessen haben doch die englischen Künstler hiernach eine Menge guter Teleskope verfertiget, ohne daß es ihnen andere Nationen hierin gleich thun konnten.

Die Spiegeltelescope schienen durch die Erfindung der achromatischen Fernröhre etwas von ihrem Ansehen verloren zu haben, da man durch diese wichtige Entdeckung Vergrößerungswerkzeuge erhielt, die mit bloßen Linsengläsern eben das leisteten, ohne eben viel länger als die Teleskope zu seyn. Ueber-

*) Wie metallene Spiegel zu Teleskopen gegossen, geschliffen und polirt werden, im Lehrbegriff der Optik, B. III. Cap. 2.

Ueberdem gewähren bloße Gläser jederzeit eine weit größere Helligkeit und Deutlichkeit, als die Spiegel, weil bey der Brechung weniger Licht als bey der Reflexion verloren gehet; auch sind die Gläser ohne Vergleichung dauerhafter, als die Spiegel. Gleichwohl behielten doch die Spiegelteleskope beständig fort ihren Werth, und sind von den englischen Künstlern, **Dollond, Ramsden, Stairne, Adams** u. a. eben so häufig verfertiget und abgesetzet worden, als vormahls.

Im Jahre 1772 theilte **Mudge** α) aus Plymouth eine Anweisung mit, die beste Spiegelmasse zusammen zu setzen, sie zu schleifen und zu poliren, so wie dem großen Spiegel die parabolische Form zu geben. Zur Spiegelmasse nimmt er 2 Pfund schwedisches Kupfer und 14½ Unzen gekörntes Zinn, wovon er zuerst 14 Unzen mit dem Kupfer zusammenschmelzte, hiernächst den Guß von neuem bey nicht mehr Hitze, als dazu nöthig ist, schmelzt, die letzte halbe Unze hinzuthut, und einen Löffel voll Kohlengestiebe in den Tiegel schüttet. Die Handgriffe beym Schleifen und Poliren der Spiegel beschreibet er deutlich und genau. M. s. **Spiegel, parabolische.** Auch **Edwards** β) hat eine gute Anweisung zur Verfertigung der Metallspiegel gegeben. Er schlägt eine Composition von 32 Unzen Kupfer, 15 bis 16 Unzen gekörntem Zinn, 1 Unze Messing, 1 Unze Arsenik (und 1 Unze Silber) vor, und polirt statt der Zinnasche mit Colcothar.

Weil aber doch die gewöhnlichen Metallspiegel dem nicht wohl zu verbessernden Fehler ausgesetzet sind, daß sie bey veränderter Witterung anlaufen, und sich schwer oder wohl gar nicht wieder reinigen lassen; so ist man doch von Zeit zu Zeit wieder auf den Gebrauch der Glasspiegel zurückgekommen. Hierzu gab besonders **Caleb Smith** γ) sehr schöne Vor-

α) Philosoph. Transact. Vol. LXVII. P. I. p. 196 sq. übers. in den Leipz. Sammlungen zur Physik und Naturgesch. B. I. St. 5. S. 184 u. f.

β) Directions for making the best composition etc. im Nautical Almanac for the year 1787. und Auszugsweise in Tralles physikal. Kalender für 1787.

γ) A new method of improving catadioptrical telescopes in Philos. Transact. n. 456. art. 8.

Vorschläge; inzwischen ist es aber doch gewiß, daß die Glasspiegel beständig unvollkommen bleiben. Dieserwegen hat man in den neuern Zeiten sich mehr bemühet, eine Composition zu entdecken, welche dem Anlaufen nicht so sehr ausgesetzet ist, und zugleich eine schöne Politur annimmt. Am besten hat man hierzu die Platina gefunden, welche aber freylich kostspiellig ist. Die Herren de Morveau, Maret und Durande haben die Platina durch einen Zusatz von 16 Theilen weiß gepulverten Glases, 2 Theilen verkalkten Borax und 1 Theil Kohlenstaub mit Eisen zusammengeschmolzen, und daraus eine sehr schöne Spiegelmasse erhalten. Nach den Versuchen des Herrn Grafen von Sickingen gibt sie auch mit $\frac{1}{4}$ Eisen und $\frac{1}{6}$ Gold zusammengeschmolzen eine Masse, welche sich sehr schön poliren läßt, und selbst von den mineralischen Säuren, dem Weinessig, dem flüchtigen Laugensalze, den Schwefeldämpfen und der Schwefelleber nicht angegriffen wird. Der Abbé Rochon soll auch einen Platinaspiegel für ein 6füßiges Teleskop zu Stande gebracht haben, welcher im Durchmesser 8 Zoll 9 Linien hatte und vortreffliche Wirkung that [α]). Rinmann [β]) gibt für die beste Composition der Metallspiegel 2 Theile Messing, 1 Theil Kobaltkönig und 1 Theil Arsenik an.

Zu einem unerwarteten Grade der Vollkommenheit hat endlich in den neuern Zeiten der berühmte Astronom Friedrich Wilhelm Herschel die Spiegelteleskope gebracht. Er erzählet selbst, daß er bey seinem Aufenthalte zu Bath eine geraume Zeit hindurch sich bloß auf theoretische Kenntnisse der optischen und mechanischen Wissenschaften eingeschränkt, und keine praktischen Erfahrungen in selbigen gehabt habe. Diese erwarb er sich nach und nach in müssigen Stunden durch Beschäftigungen damit, die er zu seinem Vergnügen und zu seiner Unterhaltung trieb. So verfertigte

er

α) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgesch. B. VII. St. 1. S. 183.

β) Versuch einer Geschichte des Eisens, a. d. Schwed. von Georgi. Berlin 1785. B. II. §.

er für sich selbst verschiedene 2, 5, 7, 10 und 20füßige Newtonische Teleskope, außer andern Gregorianischen von 8, 12, 18 Zollen, 2, 3, 5 und 10 Fuß Brennweite. Weil ihm damahls die direkte Methode, den Spiegeln jede Figur der Kegelschnitte zu geben, unbekannt war, so mußte er mehrere Spiegel von jeder Sorte vorräthig haben, und sie so gut, als er konnte, vollenden, woraus er dann die besten durch Versuche aussuchte, und die andern zum Wiederabschleifen bey Seite legte. Auf diese Weise verfertigte er nicht weniger als 200 siebenfüßige, 150 zehnfüßige und etwa 80 zwanzigfüßige Teleskope, ohne die Gregorianischen, oder die von der Construktion des Smith'schen reflektirenden Mikroskops, wovon er auch eine große Anzahl verfertigte. Die Anzahl der Gestelle, die er für diese Teleskope ausdachte, läßt sich nicht wohl angeben. Er entwarf und zeichnete sie von verschiedenen Gestalten, und führete die aus, die ihm am meisten zu versprechen schienen. Diesen Arbeiten verdankt man das Gestelle zu seinem 7füßigen Teleskope, das seit 17 Jahren zu seiner jetzigen schicklichen Einrichtung gelangte. Bey diesem Teleskope ließen sich 227, 460, und 932fache Vergrößerungen anbringen, und er entdeckte damit am 13ten März 1781 einen neuen Planet. M. s. Uranus. Im Jahre 1781 fing er die Zurichtung zu einem 30füßigen Teleskop an, und nachdem er dazu ein schickliches Gestelle ausgedacht, und ausgeführet hatte, goß er den Spiegel, welcher 36 Zoll im Durchmesser hatte. Dieser Spiegel sprang aber beym Abkühlen, weil die Composition zu seinem Metall etwas zu spröde war. Er goß ihn zum zweyten Mahle; allein der Ofen, den er hierzu in seinem Hause erbauet hatte, wurde schadhaft, und das Metall lief ins Feuer. Diese Zufälle verzögerten seine Ausführung, und da die Entdeckung des neuen Planeten ihm bald nachher andere Beschäftigungen gab, so ward sein Unternehmen diesem nachgesetzet. Im Jahre 1783 endigte er einen sehr guten 20füßigen Reflektor mit einer weiten Apertur, womit er in zwey Jahren eine Menge Entdeckungen am Himmel machte. M. s.

Fixsterne.

Fixsterne, Nebelsterne, Mondflecken, Mars, Uranus. Dieses Teleskop gab ihm Veranlassung, auf seinen ersten Entwurf zurück zu kommen, und ihn noch mehr zu vergrößern. Der Präsident der königlichen Societät legte denselben dem Könige dazu vor, der ihn auch sehr freygebig unterstützte. Auf soche Art faßte er nun den Entschluß, ein 40füßiges Teleskop zu Stande zu bringen. Es wurde sogleich an das Holzgeräthe zum Gestelle und zu den Maschinen, dem Instrumente die nöthige Bewegung zu geben, Hand angelegt. Bey dem ganzen Apparate sind nur gemeine Werkleute gebrauchet worden. Herr Herschel machte von jedem Theile Zeichnungen, durch die es leicht wurde, das Werk auszuführen, wobey er über die Arbeiten einer jeden Person die Aufsicht selbst übernahm, obgleich mannichmahl 40 verschiedene Arbeitsleute dabey angestellet waren.

Während der Zubereitung dieses Gestelles zum Teleskope fing er die Verfertigung des großen Spiegels an, über dessen Guß, Schleifung und Politur er die Aufsicht übernahm. Nachdem nun der Spiegel seine höchste Politur erhalten, und in das Rohr gestellet war, machte er die ersten Beobachtungen damit am 19ten Februar 1787. Doch datirt er die Vollendung dieses Werkzeuges viel später, indem der erste Spiegel durch Versehen des Gießers gegen die Mitte dünner ausfiel, als die Absicht war, und so wegen der deßhalb entstehenden Schwäche nicht verstattete, ihm eine recht gute Figur zu geben. Ein zweyter Spiegel wurde den 26ten Jan. 1788 gegossen; aber er sprang beym Abkühlen. Am 16ten Februar wurde er aber mit besonderer Aufmerksamkeit auf die Gestalt seiner Rückseite umgegossen, und er fiel von dem schicklichsten Grade der Stärke aus. Am 24ten Octob. wurde er zur ziemlich guten Figur und Politur gebracht, und er beobachtete damit den Saturn. Da er aber ihm noch nicht Genüge leistete, so setzte er die Bearbeitung desselben bis zum 27ten Aug. 1789 fort, wo er auf Fixsterne versuchet wurde, und ein ziemlich scharfes Bild gab. Das Bild großer Sterne

zeigte noch ein etwas zerstreutes Licht, was von einigen im Spiegel noch übrigen feinen Rissen herrührte.

Am 28ten Aug 1789 entdeckte er damit den sechsten Saturnustrabanten, und sah auch die Flecken auf dem Saturn besser als jemahls, wodurch er veranlasset wurde, die Beendigung des 40füßigen Teleskops von diesem Tage an zu datiren.

Der Spiegel des Teleskops ist 49½ Zoll im hintern Durchmesser breit, aber wegen des Absatzes an der vordern Seite von ¾ Zoll Breite und 1 Zoll Tiefe bleiben für die polirte Spiegelfläche 48 Zoll im Durchmesser. Die Dicke des Spiegels die allenthalben gleich ist, beträgt 3½ Zoll. Er wog, da er vom Guß kam, 2118 Pfund, und von diesem Gewichte hat er durchs Poliren nur wenig verlieren können. Das Rohr ist aus Eisenblechen zusammengesetzet; seine Länge ist 39 Fuß 4 Zoll, sein Durchmesser 4 Fuß 10 Zoll. Der Brennpunkt des Spiegels ist durch die Stellung desselben etwa 4 Zoll von der untern Seite der Oeffnung des Rohres gebracht, und geht hinaus in die Luft. Dadurch ist Raum für den Theil des Kopfes des Beobachters, der sich über dem Auge befindet, um nicht viel Strahlen, die vom Objekte zum Spiegel ins Rohr treten aufzuhalten, wenn er auf der Gallerie vor der Mündung des Rohres hineinsiehet. Durch einen flachen zinnernen Deckel, der an einen eisernen Rand gelöthet ist, kann der Spiegel genau bedeckt, und verschlossen werden. Bey der Entfernung des Beobachters von dem Arbeiter, welcher die nöthigen vertikalen und horizontalen Bewegungen des Apparats besorget, so wie von dem Assistenten, dem die Beobachtungen mitgetheilet werden müssen, dient ein Sprachrohr, das unter den Tubus läuft, und mit beyden Zimmern für den Arbeiter und den Assistenten verbunden ist. Auch werden dem ersten durch Glockenschläge die nöthigen Befehle gegeben, und ungeachtet der Complication der ganzen Maschinerie versichert Herr Herschel, daß ein Arbeiter hinreichend ist, die nöthigen Bewegungen hervor zu bringen. Die Basis, auf welcher sich die ganze Maschine

drehet,

drehet, hat 42 Fuß im Durchmesser. Herr Herschel a) hat die Beschreibung dieses Teleskops nach dessen gegenwärtiger Einrichtung selbst mitgetheilet. Durch 19 Kupfertafeln ist der ganze dazu gehörige Apparat bis auf die kleinsten Umstände genau angegeben.

Dieses 40füßige Teleskop kann nun erstaunende Vergrößerungen vertragen, nachdem man Okulare mit sehr kurzen Brennweiten anwendet. Gleichwohl lassen sich für die Himmelskörper die Vergrößerungen nicht ohne alle Grenzen verstärken. Die stärkste, welche gewöhnlich bey Beobachtungen der Fixsterne angewendet wird, ist 3000 Mahl, bey den Planeten aber gebrauchet man nicht leicht eine Vergrößerung über 500, gewöhnlich nur von 250. Die sehr große Apertur bey diesem Teleskope aber gewähret wegen der außerordentlichen Menge Licht eine ganz ungewöhnliche Helligkeit mit Deutlichkeit verbunden.

Herr Schröter in Lilienthal erhielt vom Herrn Herschel zuerst ein Teleskop, dessen Einrichtung er beschrieben β), und mit welchem er nebst noch einem kleinern die wichtigen Entdeckungen im Monde gemacht hat. M. s. Mond. Die Röhre ist ein achtseitiges Prisma von Mahagoniholz, deren Länge 7 Fuß $4\frac{1}{2}$ Zoll, der äußere Durchmesser 8 Zoll, und der innere $6\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. Gerade so groß ist auch der Durchmesser der polirten Fläche des Spiegels, welcher durch eine eigene Maschinerie die gehörige Stellung und Befestigung im untern Ende der Röhre erhält. In diese Röhre sieht man am obern Ende von der Seite hinein, wo sich die 8 Zoll lange Okularmaschine, welche auch zugleich den Planspiegel hält, nebst dem Sucher befindet. Der Sucher ist 1 Fuß lang, vergrößert 9 Mahl, und sein Gesichtsfeld fast 4 Grad; zur Noth zeiget er die Jupitersmonden. Er steht nicht oben auf der Fläche des achtsei-

a) Philosoph. Transact. P. II. 1795. p. 347 f. Grens neues Journal der Physik. B. III. S. 468 f.

β) Beyträge zu den neuesten astronomischen Entdeckungen. Berlin 1788. 8.

achtseitigen Rohrs, sondern an der schrägen Seite, dem Okularglase so nahe als möglich, und zur Berichtigung seiner Stellung dienet ebenfalls eine eigene Maschine. Die nöthige Richtung in der Vertikalfläche wird diesem Werkzeuge in einem hölzernen Stuhle gegeben, in dessen Falzen man einen Rahmen mittelst eines Flaschenzuges auf und nieder lassen kann. Außerdem liegt aber auch noch die Röhre auf einer gezahnten Stange, welche sich mit der Hand höher und niedriger stellen läßt, und welche man mit einem Dreher so fein bewegen kann, daß sie durch eine Umdrehung nur um 0,15 Zoll fortruckt, wodurch das Werkzeug bis auf Sekunden vertikal, und durch eine Schraube ohne Ende eben so fein horizontal gestellet werden kann. Der ovale kleine Planspiegel besitzet im kleinsten Durchmesser 1,15 Zoll, und stehet vom großen für Fixsterne um 6 Zoll 10 Linien, für nahe Objekte auf unserer Erde um 7 Zoll 2 Linien und mehr ab. Die Einsätze der Okularen haben durchgehends nur eine auf beyden Seiten convexe Linse, die der Deutlichkeit wegen sehr dünn gearbeitet ist; hiervon ist aber der erste Okulareinsatz ausgenommen, welcher zwey Linsen besitzet, die aber am wenigsten vergrößern. Damahls gingen die Vergrößerungen von 75 bis 1200; Herr Schröter aber hat nachher selbst dazu noch ein Paar stärkere gefertiget. Was für eine Vergrößerung bey jedesmahliger Beobachtung am vortheilhaftesten gebrauchet werde, das hängt von der höhern oder niedern Stelle des Objektes, der eigenthümlichen Art seines Lichtes, der Beschaffenheit der Atmosphäre, von der Güte des Auges, und selbst von der Uebung des Beobachters ab. Beym Saturn hat Herr Schröter die 210fache, beym Monde die 636fache anwenden können. In Ansehung des Gesichtsfeldes ist die Einrichtung so, daß man bey 300facher Vergrößerung einen Raum von 5 Minuten Durchmesser übersiehet, durch den ein Stern im Aequator in 20 Sekunden Zeit hindurch gehet. Die Wirkung dieses optischen Werkzeuges hält er der des Huygenschen Objektivglases von 123 Fuß Brennweite gleich.

Durch dieses Teleskop fand Schröter den Saturn im Februar 1790 eben so abgeplattet, wie den Jupiter, und seinen großen Durchmesser in der Ebene des Ringes, welches eine Umdrehung dieses Planeten um die Axe nach der Richtung dieser Ebene anzeigt.

Nachher haben es auch die Herren Schröter und Schrader in Kiel durch unablässige Mühe dahin gebracht, Newtonische Teleskope von ausnehmender Größe und Vollkommenheit selbst zu verfertigen. Nachrichten davon findet man in Herrn Bode astronomischen Jahrbuche für 1796. Berlin 1793 Nro 10.

Herr Schröter übersendete im März 1794 die Beschreibung eines von ihm verfertigten 25füßigen Teleskops der königlichen Societät der Wissenschaften zu Göttingen. Das Rohr ist ein achtseitiges Prisma, hat 2 Fuß 4 Zoll äußern Durchmesser, und eine Stärke, daß man 12 bis 13 Centner Last auf beyde Enden bringen, und sie in der Mitte noch vergrößern kann, ohne daß es sich beugt. Durch stark überfirnißtes Segeltuch ist es gegen die Abwechselung der Witterung unterm freyen Himmel geschützet. Der große Spiegel besitzet eine polirte Fläche von $19\frac{1}{4}$ Zoll im Rohre, und wiegt mit der Fassung ungefähr 180 Pfund. Seine Figur hat eine so gute parabolische Krümmung erhalten, daß Rand- und Kernstrahlen genau in einem Punkte sich vereinigen, so daß das Teleskop die völlige Oeffnung der polirten Fläche bey 800 bis 1000mahliger Vergrößerung verträgt. Dieser Spiegel bleibt im Rohre durch zwey genau schließende Kapseln gesichert; bey etwa erfolgender Veränderung der Witterung muß er aber nicht so schnell geöffnet werden. Durch 8 Rollen und einen Flaschenzug ist er vor und rückwärts, auch um seine Axe beweglich.

Das Hauptstativ dieses Teleskops besteht aus einem viereckten Thurme mit Pfählen, ausgemauert, 21 Fuß hoch, 12 Fuß im Durchmesser, welcher in der Mitte eine starke Säule hat. An seinem obern Theile befindet sich eine Gallerie, mit einem 4 Fuß hohen Geländer auf einem Kranze,

welcher sich durch Walzenwerk, wie bey den Holländischen Windmühlen, horizontal rings um die Säule drehen läßt. Auf die Gallerie kommt man durch Treppen, und sie wird zugleich mit dem Teleskope herumbeweget, das der Beobachter auf ihr nach Gefallen regieren kann. Diese Umdrehung geschiehet in einem Kreise, dessen Mittelpunkt in der Mitte des Thurmes liegt, durch eine einzige Person mittelst eines kleinen Wagens über einem Kreisringe auf dem Erdboden, dessen größerer Durchmesser = 72 Fuß und der kleinere = 57 Fuß 4 Zoll ist. Gleich vor dem Okulareinsatze befindet sich ein Cabinet 8 Fuß lang und 4 Fuß breit, gegen Wind und Wetter gesichert, mit Schreibtisch, Sitz, Pendel und was zu den Okulareinsätzen gehöret. Die Politur des Spiegels hat Herr Schröter nur mäßig gelassen, aus Furcht, daß er verunglücken möchte.

Nicht lange darauf hat auch Herr Schrader in Kiel ein 26füßiges Teleskop zu Stande gebracht, und von seiner Einrichtung eine eigene Beschreibung gegeben *).

Außer andern kleinern Spiegelteleskopen, welche theils in Deutschland und Frankreich, theils in England um diese Zeit sind verfertiget worden, soll jetzt an einem außerordentlich großen Teleskope in Frankreich gearbeitet werden, wozu ein Spiegel von Platina kommen wird.

M. s. Priestley Geschichte der Optik durch Klügel, S. 162. 248 f. 522 u. f. Smith's Lehrbegriff der Optik durch Kästner, S. 190 u. f. 278 u. f. 459 u. f. Kästners Anfangsgründe der angew. Mathematik. Göttingen 1792. 8. Katoptr. §. 97 u. f. Karsten Anfangsgründe der mathematischen Wissenschaften. Greifsw. 1780. 8. B. III. Photometrie, Abschn. XVI. Abschn XIX. Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgesch. B. V. St. 2. S. 171 u. f. St. 4. S. 62 u. f. B. VI. St. 2. S. 105 f. B. VII. St. 1. S. 182. St. 3. S. 105 u. f.

Spieß-

*) Beschreibung des Mechanismus eines 26füßigen Teleskops unweit Kiel. Hamburg 1794. 8.

Spießglas, Spießglanz, rohes, schwefelhaltiges Spießglanz (antimonium crudum, stibium sulphuratum, sulphuretum stibii, antimoine, sulfure d'antimoine) ist ein strahlichtes Gemisch aus 74 Theilen eines darin enthaltenen Metalls (Spießglanzmetalls) und 26 Theilen Schwefel, von einer Bleyfarbe und einem metallischen Glanze. Dieses rohe Spießglas, welches im Handel vorkommt, wird wegen seiner außerordentlichen Leichtflüssigkeit auf eine sehr einfache Weise aus seinen Erzen geschmolzen. Man bringt das klein zerschlagene Erz in Töpfe, stopfet sie mit Moos zu, und stellt sie umgekehrt in andere Gefäße, die etwa die Gestalt von runden Käseformen haben, verleimt die Fugen wohl, legt um die Gefäße herum Steine, stopft die leer gebliebenen Räume mit Erde aus, so daß die obern Töpfe nur eine Handbreit hervorragen, umgibt diese hervorragenden Theile mit Feuer, wobey das Spießglanz schmelzt, und durchs Moos in die untern Gefäße tröpfelt, worin es gesteht, und die runde Kugelgestalt erhält.

Aus keinem Erze hat man so viele Produkte zu verfertigen sich bemühet, als eben aus dem rohen Spießglanze, indem man fand, daß sich viele wirksame Arzneymittel aus selbigem bereiten lassen. Hierbey ist aber im Allgemeinen zu bemerken, daß es die emetische Kraft nur alsdann behält, wenn es nicht vollkommen gesäuert ist; im vollkommensten Zustande der Oxydirung hat es seine brechenmachende Kraft gänzlich verloren.

Wenn man rohes Spießglanz gröblich pülvert, und in einem weiten flachen Calcinirscherben über einem nur mäßigen Kohlenfeuer beym beständigen Umrühren röstet, bis gar kein Schwefel und keine schweflichte Säure mehr davon dampft, so erhält man dadurch einen grauen Spießglanzkalk (calx antimonii, cineres antimonii), welcher sehr emetisch ist. Dieser Kalk hat ungefähr 22½ aufs Hundert verloren, und ist nun weniger schmelzbar, als rohes Spießglanz. Dieser Kalk ist nun für sich allein

im Glühefeuer schmelzbar, und verwandelt sich dadurch zu einem röthlich hyacintfarbenen Glase, welches man Glas vom Spießglanze (vitrum antimonii, succinum antimonii) nennt. Um aber dieß gut zu erhalten, muß das Spießglanz gehörig geröstet seyn. Ist die Röstung zu schwach geschehen, so fließt der erhaltene Kalk schon in geringer Hitze zu einer unvollkommenen glasigen Materie, welche nicht durchsichtig ist, eine braune Farbe hat, und von einigen Spießglanzleber (hepar antimonii) genannt wird.

Aus dem grauen Spießglanzkalke sowohl, als auch aus dem Glase vom Spießglanze läßt sich durch die gewöhnliche Reduktion das Spießglanzmetall oder der Spießglanzkönig erhalten. Aber auch aus dem rohen Spießglanze läßt sich das regulinische Spießglanz gewinnen, wenn man nämlich 4 Theile gepulverten rohen Spießglanz mit 3 Theilen Weinstein und 1½ Theile Salpeter vermischt, dieses Gemisch nach und nach in einen glühenden Schmelztiegel trägt, und nach geendigter Verpuffung schmelzen läßt. Nach dem Erkalten findet man im Schmelztiegel zwey Substanzen, welche sich mittelst eines Hammers von einander trennen lassen, und wovon die untere das Spießglanzmetall ist, die obere aber aus den Laugensalzen des Salpeters und Weinsteins, dem Schwefel des Spießglanzes, einem Antheile von vitriolisirtem Weinsteine, und noch etwas von der Schwefelleber aufgelösetem Spießglanzmetalle besteht, und den Nahmen der Schlacken des Spießglanzes erhalten hat. Wenn man diese Schlacken im kochenden Wasser auflöset, und heiß durchseihet, so erhält man eine klare Auflösung von einer braunrothen Farbe. Wird diese Auflösung mit einer Säure gesättiget, so schlägt sich eine schöne orangefarbene Substanz nieder, welche Goldschwefel des Spießglanzes, güldischer Spießglanzschwefel (sulphur auratum antimonii) genannt wird. Wenn man gleiche Theile vom rohen Spießglanze und Salpeter mit einander verpufft, so erhält man nach dem Schmelzen eine Spießglanzleber (hepar antimonii). Die Entstehung der

Spießglanzleber hat darin ihren Grund, daß ein Theil des Schwefels, des rohen Spießglanzes, und der regulinische Antheil desselben mit der Salpetersäure beym Glühen die Verpuffung bewirkt, ein anderer Theil des Schwefels aber aus Mangel der nöthigen Menge Salpeters übrig bleibt, mit dem frey gewordenen Alkali des letztern eine Schwefelleber bildet, welche die unvollkommen verkalkte Spießglanztheile auflöset, und so eine Spießglanzleber macht. Die erzeugte Schwefelsäure hilft mit einem andern Theile des Alkali's vom Salpeter den vitriolisirten Salpeter bilden. Kocht man die zerstoßene Spießglanzleber in Wasser, so löset sich ihr schwefelleberartiger Theil, und mit ihm zugleich ein grosser Theil des Metallischen auf. Ein Theil bleibt aber unaufgelöset zurück, welcher braunroth aussiehet, und nach dem völligen Aussüßen und Trocknen **Metallensafran, Spießglanzsafran** (crocus metallorum) genennet wird. Es ist ein unvollkommen verkalktes aber noch mit etwas wenigem Schwefel verbundenes Spießglanz, und stößt daher mit Salzsäure übergossen hepatisches Gas aus.

Die meisten Metalle, als z. B. Eisen, Kupfer, Zinn, Bley, Silber u. s. f. sind mit dem Schwefel näher verwandt, als das Spießglanzmetall. Sie schlagen daher das letztere nieder, wenn sie in gehörigen Verhältnissen zu dem geschmolzenen Spießglanze hinzugesetzet werden. Auf solche Art erhält man den **durch Eisen, Kupfer, Bley** u. s. f. **bereiteten Spießglanzkönig**. Den reinsten gewinnt man durchs Eisen, welches mit dem Schwefel am nähesten verwandt ist.

Bey allen möglichen Gewinnungen neuer Produkte aus dem Spießglanze vermittelst des Feuers steigt mit dem Schwefel etwas Metallisches im Rauche auf, und dieser bildet, wenn er kalte Flächen berühret, eine mehlige Substanz, die gewöhnlich mit dem Nahmen der **Spießglanzblumen** (flores antimonii) beleget wird.

Aus dem rohen Spießglanze läßt sich auf nassem Wege durch Königswasser der regulinische Theil am besten auszie-

hen. Hierzu dienet ein Königswasser aus 3 Theilen concentrirter Salpetersäure und 1 Theile starker Salpetersäure; es greift das Metall in der Wärme schnell an, und läßt, wenn es in hinreichender Menge angewendet wird, den Schwefel zurück.

Das **Spießglanzmetall**, der **Spießglanzkönig** (stibium, regulus antimonii, regulus stibii) ist von einer zinnweißen Farbe, mäßig hart, und so spröde, daß es sich sehr leicht in Pulver zerschlagen läßt. Sein specifisches Gewicht gegen das Wasser ist 6,860. Es besteht aus Blättern. Es ist diese blätterige Fügung auch äußerlich an ihm wahrzunehmen, wenn man es nach dem völligen Schmelzen langsam hat erkalten lassen, und bildet auf der Oberfläche eine Art von Stern. An der Luft verlieret es nur wenig von seinem Glanze, und rostet nicht eigentlich. Das Wasser hat ganz und gar keine Wirkung darauf. Es besitzet weder Geruch noch Geschmack.

Dieß Metall schmelzt bey dem Glühen in einer Hitze, die man auf 810° Fahrenh. schätzt. In der Weißglühehitze ist es flüchtig, und läßt sich beym Ausschlusse der Luft in die Höhe treiben; beym Zutritte der Luft hingegen verkalkt sich sein Dampf, und bildet so einen weißen Rauch welcher sich als ein **unvollkommener Spießglanzkalk** (Spießglanzblumen) anlegt, und einige Auflösbarkeit im Wasser zeiget. In einer geringen Hitze wird das Spießglanzmetall beym Schmelzen in ein weißgraues Pulver verkalkt, welches ebenfalls ein unvollkommener Spießglanzkalk, aber von noch mindererm Grade, als der vorige, ist, und sich leicht in diesen verwandelt und verflüchtiget. Wegen dieser Flüchtigkeit läßt sich das Spießglanzmetall in keinen vollkommenen Kalk durchs bloße Feuer und Luft verwandeln. Dieß kann aber durchs Verpuffen mit Salpeter geschehen, wenn man nämlich einen Theil desselben mit zwey Theilen trockenem Salpeter fein pulvert und vermengt, und in einen glühenden Schmelztiegel löffelweise einträgt. Der zurückbleibende vollkommene Spießglanzkalk, der auch **schweißtreibendes**

Spießglanz (antimonium diaphoreticum), weißer Spießglanzkalk (cerussa antimonii), mineralischer Bezoar (bezoaricum minerale) heißt, läßt sich durchs Aussüßen von dem dabey befindlichen Gewächsalkali trennen, ist weiß, unschmackhaft, völlig feuerbeständig, und fließt im heftigsten Feuer zu einem gelblichen Glase.

Von den Säuren greift keine, als die concentrirte und durch Hitze unterstützte Schwefelsäure, die Salpetersäure und die Salzsäure das Spießglanzmetall an; den unvollkommenen Kalk desselben hingegen lösen sie alle auf, nur die Kohlensäure ausgenommen, welche damit keine Verwandtschaft hat. Zur Auflösung des regulinischen Spießglanzes bedienet man sich nach Scheffter [a]) am besten des Königswassers aus 5 Theilen concentrirter salzigen Säure, und 1 Theile concentrirter Salpetersäure. Die Auflösung ist farbenlos. Das nach dem Abdampfen derselben zurückbleibend salzigsaure Spießglanz läßt sich in der Hitze aus einer Retorte übertreiben, und bildet dann eine Auflösung von desto dicklicherer Consistenz, je mehr sie concentrirt ist. Dieserwegen hat sie auch den Nahmen der Spießglanzbutter (butyrum antimonii) erhalten. An der Luft zieht sie Feuchtigkeit an, und wird dünner an der Consistenz. Sie ist ätzend und scharf. Durch Verdünnung mit Wasser läßt sie ein weißes Pulver fallen, das noch unvollkommener Spießglanzkalk ist, welcher das Algarothpulver (pulvis Algaroth, mercurius vitae) genennet wird.

Von den Pflanzensäuren wird das regulinische Spießglanz nur schwach angegriffen, im rohen Spießglanze aber wird der metallische Theil, so wie in den unvollkommenen Kalken, von ihnen sehr leicht aufgelöset. Daher dienen die Pflanzensäuren besonders zur Bereitung des Brechweinsteins (tartarus antimonialis s. emeticus), welchen man nach Saunder [β]) am besten aus ½ Pfunde Glas vom Spießglanze

a) Chymische Vorlesung. §. 154.

β) Observ. de antimonio eiusque usu in morbis curandis. Lond. 1773. 8.

glanze und 1 Pfunde gepulverten Weinsteinkrystallen durch 10stündiges Kochen in 16 Unzen destillirtem Wasser erhält, wenn die entstandene Salzlauge bis zur staubigen Trockniß abgeraucht, und alles metallische Geräthe dabey entfernet wird. Dieser Brechweinstein ist eigentlich eine Verbindung aus weinsteinsaurem Spießglanze, und spießglanzhaltigem tartarisirtem Weinsteine. Auch der Wein löset vermöge seiner Salz- und Essigtheilchen vom Glase des Spießglanzes etwas auf, und bildet damit den **Brechwein** (vinum emeticum). **Huxhams Spießglanzwein** (vinum antimonii, essentia antimonii *Huxhami*) wird durch 12tägiges Digeriren des Glases vom Spießglanze mit 24 Theilen Madera- oder spanischem Wein nach einem reinlichen Durchseihen erhalten.

Mit dem Schwefel verbindet sich das regulinische Spießglanz im Flusse sehr leicht, und es gesteht damit beym langsamen Erkalten zu einer strahligen Materie von einer Bleyfarbe und einem metallischen Glanze, welches das wahre rohe Spießglanz ist, das durchs Ausschmelzen aus dem grauen Spießglanzerze gewonnen wird. Wenn man einen Theil zart gepulverten, rohen Spießglanz mit 4 Theilen gereinigter Potasche und 16 Theilen siedenden Wasser in einem eisernen Topfe unter beständigem Umrühren eine Viertelstunde lang sieden, hierauf die heiße Abkochung durchseihet, so fällt beym Erkalten der so genannte **mineralische Kermes** oder das **Carthäuserpulver** (kermes minerale, puluis carthusianorum) nieder, welches von dem Goldschwefel nur durch den größern Gehalt an metallischen Spießglanztheilen unterschieden ist. Die Auflöslichkeit der Verbindung des Schwefelalkali mit Spießglanzkalke in Alkohol hat zur Bereitung mehrerer so genannter **Spießglanztinkturen** (tincturae antimonii) Gelegenheit gegeben.

Schmelzt man einen Theil Potasche mit 5 Theilen rohem Spießglanze zusammen, gießt die gut geschmolzene Masse in einen Gießpuckel aus, und sondert nach dem Erkalten die lockern Schlacken ab, so erhält man glasartige dunkelbraune,

braune, dichte, an der Luft nicht feucht werdende, im Wasser unauflösliche Masse, welche Schwefelspießglanz ist, das weniger Schwefel als das gemeine oder natürliche, und worin zugleich das Metall etwas mehr verkalkt ist. Es hat den sonderbaren Nahmen des **medicinischen Spießglanzkönigs** (regulus antimonii medicinalis) von den ältern Chemitern erhalten.

Mit den Metallen verbindet sich der Spießglanzkönig, jedoch mit allen nicht gleich gut. Die dadurch entstandene Verbindung wird spröder und an Farbe bleicher. Wenn man rohes Spießglanz mit Golde zusammenschmelzet, so wird ersteres zersetzt. Es verbindet sich nämlich das Gold mit dem metallischen Theile des Spießglanzes, und der Schwefel des letztern mit den etwa dem Golde beygemischten andern Metallen. Hierauf gründet sich ein Mittel, das Gold fein zu machen, welches **das Gießen des Goldes durch Spießglanz** genannt wird. Wenn man nämlich das mit dem Golde zusammengeschmolzene Spießglanz durch Blasen mit einem Handblasebalge verdampfen läßt, so bleibt dadurch das Gold ganz fein zurück. Uebrigens hat das Spießglanz gegen den Sauerstoff eine größere Verwandtschaft, als das Gold.

Sonst dienet das Spießglanzmetall mit Versetzungen anderer Metalle sehr gut zu Spiegelmassen bey den Teleskopen. Bley mit Spießglanze zusammengeschmolzen gibt eine gute Masse zu Buchdruckerlettern; hierzu nimmt man gewöhnlich 80 Theile Bley und 25 bis 15 Theile Spießglanz.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. III. Halle, 1795. 8. §. 3290 f.; dessen Grundriß der Chemie. B. II. Halle, 1797. 8. §. 1690 f.

Spinne, elektrische s. **Flasche, geladene.**

Spiritus s. **Geist.**

Spitzen, elektrisirte (cuspides conductorum electricorum, pointes électriques). Hierunter versteht man leitende nicht isolirte Spitzen, welche die merkwürdige Eigenschaft besitzen, daß sie die Elektricität in einer beträcht-

lichen Entfernung von dem elektrischen oder geladenen Körper annehmen, ohne daß hierbey ein Funke entsteht, sondern man bemerket dabey im Dunkeln nur ein elektrisches Licht. Dagegen thun dieß stumpfe abgerundete Körper so leicht nicht, und die Mittheilung der Elektricität geschiehet erst in einer weit kürzern Entfernung und mit Entstehung eines Funkens; bey ganz platten Flächen, besonders wenn ihre Ecken abgerundet sind, ist die Schwierigkeit der Mittheilung der Elektricität noch weit größer, und oftmahls findet gar keine Statt, wenn sich auch die Platten mit den elektrischen Körpern unmittelbar berühren.

Der Abt Nollet [α]) bemerkte um 1746, daß feine Spitzen das elektrische Licht am leichtesten aussendeten, dagegen aber andere elektrische Erscheinungen nicht so stark, als abgerundete Körper zeigten. Er führet an [β]), daß schon vor ihm Jallabert in Genf die Erscheinungen an einem spitzig zugeendeten Leiter anders, als am andern runden Ende bemerket habe. Ellicott [γ]), welcher dieß durch den Abt Nollet erfahren hatte, suchte schon im Jahre 1747 eine Erklärung davon zu geben. Weit wichtiger sind jedoch die Untersuchungen, welche D. Franklin über die Eigenschaften der elektrisirten Spitzen anstellte. In seinen Briefen [δ]) führet er diese sonderbare Kraft der Spitzen in Ansehung der Ableitung und der Ausströmung der Elektricität als eine Entdeckung seiner Freunde in Amerika an. Nach der Zeit aber bemerket er [ε]), daß er von dieser merkwürdigen Eigenschaft der Spitzen Nachricht durch seinen Freund Thomas Hopkinson erhalten habe, welcher eine eiserne Kugel mit einer daran befestigten Nadel, um seiner Meinung nach in der Spitze die Elektri-

α) Recherches sur les causes particulieres des phénom. électr. Paris 1749. 12. p. 146.

β) Lettres sur l'électricité, Vol. I. Paris 1753. 12. p. 130.

γ) Philosoph. Transact. Vol. XLV. for 1748. Nro 486. p. 210.

δ) Franklins Briefe durch Wilke übers. II. Brief an Collinson vom 1ten September 1747. S. 14.

ε) New exper. and. observ. on electricity by Mr. Benjam. *Franklin.* Lond. 1769.

Elektricität zu concentriren, elektrisiret, zu seinem Erstaunen aber gar keine Elektricität darin angetroffen habe.

Elektrisirte Körper werden durch spitzige Leiter in einer weit größern Entfernung, als durch Leiter von andern Gestalten entladen; auch nehmen die Spitzen die Elektricität von andern Körpern in weit größerer Entfernung an, als abgerundete Leiter. Hierbey ist gewöhnlich auch der Uebergang der Elektricität aus den elektrisirten Körpern mit keinem schallenden Funken begleitet, so wie er nicht plötzlich auf ein Mahl, sondern nur nach und nach erfolget. In Ansehung des elektrischen Lichtes, welches man an den Spitzen im Dunkeln wahrnimmt, ist aber ein beträchtlicher Unterschied, nachdem der elektrisirte Körper entweder positive oder negative Elektricität besitzet. Hat nämlich dieser Körper + E, so zeiget sich an der Spitze ein leuchtender Punkt oder Stern, hat er aber — E, so nimmt man einen Strahlenkegel wahr, welcher von der Spitze ausgehet. Uebrigens fühlt man in beyden Fällen eine gelinde Bewegung oder ein Blasen, welches jederzeit von der Spitze ausgehet, sie mag + E oder — E haben. M. s. **Rad, elektrisches.**

Wegen der Eigenschaft der Spitzen, daß sie die Elektricität, selbst außerordentlich stark geladener Leidner Flaschen, ohne Schlag entladen, hat schon **Franklin** dieselben als eine wichtige Sache bey den Blitzableitern empfohlen. M. s. **Blitzableiter.** Man glaubte ihre Wirkung durch mancherley Versuche deutlich zu beweisen. So läßt sich unter anderen eine große vollkommen geladene Flasche, welche bey dem gewöhnlichen Verfahren einen fürchterlichen Schlag geben würde, ohne merkliche Wirkung auf folgende Art völlig entladen. Man berühret mit der einen Hand die äußere Belegung, und mit der andern bringt man die Spitze einer Nadel allmählig gegen den Knopf der Flasche, bis die Spitze den Knopf berühret; auf diese Art erhält man entweder bis zur völligen Ausladung gar keinen Schlag, oder doch nur einen äußerst unmerklichen.

Auch wenn man während des Ganges der Elektrisirmaschine einen messingenen Knopf gegen den ersten Leiter so nahe hält, daß beständig Funken gegen denselben schlagen, so hören diese sogleich auf, so bald man die Spitze einer Nadel etwa doppelt so weit von dem ersten Leiter hält, als der Knopf davon entfernet ist; oder so bald man die Nadel mit aufwärts gekehrter Spitze auf den ersten Leiter befestiget.

Wenn man ferner eine kleine Flocke Baumwolle, welche sehr locker von einander gezogen worden, an einen leinenen 5 bis 6 Zoll langen Faden an den ersten Leiter der Maschine befestiget, so wird sie beym Drehen der Maschine stark aufschwellen, und sich gegen einen nahe gebrachten Leiter hin strecken. Bringt man nun während dieser Stellung des Leiters eine Spitze der Baumwolle nahe, so ziehet sie sich sogleich zusammen, und wird von dem ersten Leiter der Maschine angezogen. Nimmt man hiernächst die Spitze hinweg, so breitet sich die Baumwolle wieder aus, und geht aufs neue gegen den in die Nähe gebrachten Leiter. Belegt man eine mit Metallblättchen große gut aufgeblasene Blase, hängt sie an einen langen seidenen Faden auf, ohne daß ein Leiter in der Nähe ist, elektrisiret sie, und bringt einen metallenen Knopf gegen selbige, so wird sie von demselben angezogen, und durch einen Funken entladen. Nähert man aber derselben statt des Knopfes eine Spitze, so geschiehet die Entladung ganz stillschweigend und ohne Anziehung. Nach den Versuchen des Henley zeiget sich vielmehr ein Zurückstoßen, wenn man die Spitze der Nadel plötzlich entgegenstellet.

Unerachtet aller dieser Versuche, besonders auch derjenigen, die man in England zur Vertheidigung der zugespitzten Blitzableiter angestellet hat, und die man beym Cavallo *) findet, hat man doch in den neuern Zeiten die Spitzen an den Blitzableitern nicht so wirksam befunden, als man sich vormahls eingebildet hat. M. s. Blitzableiter.

In-

*) Vollständige Abhandl. der Lehre von der Elektricität, I. Band. Leipz. 1797. 8. S. 256 f.

Inzwischen haben doch diese Bemühungen einen außerordentlichen Werth. Denn dadurch ist ohne allen Zweifel bewiesen worden, daß die Spitzen die Mittheilung der Elektricität ungemein erleichtern, so daß das Ueberströmen der Elektricität aus einer Spitze in einen andern Körper ohne Entstehung eines Funkens anhaltend so lange geschehen kann, als Elektricität erzeuget wird, welches besonders in der medicinischen Elektricität mit vielem Vortheile gebrauchet wird. Auch hat man hieraus kennen gelernet, daß an solchen Körpern die Spitzen sorgfältig zu vermeiden sind, wo man gesammelte Elektricität beysammen halten, und selbst auf lange Zeit erhalten will, wie am ersten Leiter der Maschine, an den Belegungen der Leidner Flaschen, am Condensator, Elektrophor u. s. w.

Die Naturforscher haben sich verschiedentlich bemühet, die angeführten merkwürdigen Eigenschaften der Spitzen zu erklären. **Ellicott**, welcher bloß die Eigenschaft kannte, daß die Elektricität aus den Spitzen am Leiter merklicher ausströmen, als aus den übrigen Theilen, meinte, die Ausflüsse, welche längs dem Leiter hinliefen, würden desto mehr zusammengebracht, je näher sie den Spitzen kämen, mithin müßten sie daselbst weit dichter seyn, als irgend an einem andern Theile. Der Abt **Nollet** a) versuchte die Ursache hiervon aus seiner Hypothese der gleichzeitigen Zu- und Ausflüsse abzuleiten. Er sagt, bewegte Körper gehen dahin, wo sie den geringsten Widerstand finden. Die Ausflüsse müssen einen doppelten Widerstand überwinden, den der Luft und den der gleichzeitigen Zuflüsse. Für diese Zuflüsse hat aber eine Spitze wenig oder gar keine Poren; mithin wenden sich diese gegen andere Stellen, und lassen daher den Weg für die Ausflüsse hier frey. Weil demnach für die Ausflüsse an den Spitzen der wenigste Widerstand anzutreffen ist, so strömen sie am häufigsten dahin, und eine geringere Menge geht nach den übrigen Poren.

a) Lettres sur l'électricité. P. I. lett. 6.

Beccaria [a]) erkläret die Erscheinungen der Spitzen aus dem durch die Erfahrung bestätigten Satze, daß sich die elektrische Materie in den kleinsten Körpern mit der größten Heftigkeit bewege. Es würden daher alle elektrische Erscheinungen an den Spitzen der Körper am merklichsten seyn, und die elektrische Materie werde folglich daselbst am geschwindesten zerstreuet. Allein hierdurch wird der eigentliche Hauptpunkt nicht erkläret.

D. Franklin [b]) suchte die Wirkung zugespitzter Körper aus der Anziehung der Körper gegen die elektrische Materie herzuleiten. Diese, sagt er, sey desto stärker, je größer die Oberfläche ist, welche einem Theile der elektrischen Atmosphäre zur Basis dienet. Bey einem zugespitzten Körper ist diese Basis sehr gering, mithin wirkt die elektrische Anziehung des elektrisirten Körpers gegen die Spitze sehr schwach, und das elektrische Ein- oder Ausströmen ist daselbst weit schwächer als da, wo die Basis eine breite Fläche darstellet. Franklin gesteht aber selbst, daß er mit dieser Erklärung nicht vollkommen zufrieden wäre.

Andere neuere, welche mit Franklin ebenfalls nur eine elektrische Materie annehmen, nehmen zur Erklärung der Erscheinungen an den spitzen Leitern auch die umgebende Luft zu Hülfe, welcher von dem elektrisirten Körper beständig Elektricität mitgetheilt wird, die sich dadurch nach und nach zerstreuet. Hieraus folget aber, daß eine Oberfläche von bestimmter Größe ihre Elektricität schneller oder langsamer verlieret, je mehr oder je weniger Luft sich mit ihr in Berührung findet. Nun ist aber eine Nadelspitze fast gänzlich mit Luft umgeben, da hingegen ein gleich großer Fleck auf der Fläche des ersten Leiters von weit weniger Luft berühret wird. Daher zerstreuet sich die dem ersten Leiter mitgetheilte Elektricität weit leichter durch die Nadelspitze, als durch den bemerkten Fleck oder durch irgend einen andern Theil des ersten Leiters. Ueberdieß kann sich die Luft um die Spitze in Absicht auf

a) Del elettricismo artificiale. Bologna 1758. 4. p. 50.
b) Briefe von der Elektricität durch Wilke, S. 87 u. f.

das elektrische Abstoßen weit leichter und freyer bewegen, als an irgend einer andern Stelle der Oberfläche des ersten Leiters; es geht daher weit öfter frische, d. i. noch unelektrisirte Luft an der Spitze vorüber, welche allezeit einen Theil der Elektricität des Körpers in sich nimmt, und also die Zerstreuung noch mehr befördert. — Ob man gleich dieser Erklärung entgegensetzen kann, daß die Luft, welche sonst ein Nichtleiter ist, hier als das Mittel der elektrischen Mittheilung angenommen wird, so lehret doch die Erfahrung, daß sich die Luft in Ansehung der Spitzen als ein leitender Körper verhält. Wenn man z. B. zwey oder mehrere Nadeln mit aufwärts gekehrten Spitzen auf den ersten Leiter der Maschine befestiget, so wird man dadurch beym Gange der Maschine die Luft des Zimmers in weniger als einer Viertelstunde Zeit sehr merklich durch Mittheilung elektrisirt finden, und bleibt auch so, wenn man gleich die Maschine aus dem Zimmer wegbringen läßt. Indessen erkläret dieß doch noch nicht die Art und Weise, warum die Elektricität mit solcher Leichtigkeit von den Spitzen aufgenommen oder ausgesendet werde. Cavallo sucht aber auch diese Wirkung auf folgende Art zu erklären *): er sagt, bringt man einen spitzigen nicht isolirten Leiter gegen einen elektrischen Körper, so besitzet er eigentlich nicht die Eigenschaft, Elektricität an sich zu ziehen. Er wirkt bloß, wie ein nicht isolirter Leiter, der dem Uebergange der Elektricität keinen Widerstand leistet. Wäre eben dieser Leiter nicht spitzig, sondern hätte er eine runde oder platte Fläche, welche man dem elektrischen Körper entgegen halten könnte, so würde er auch in diesem Falle dem Uebergange der elektrischen Materie keinen größern Widerstand leisten. Die Ursache aber, warum die elektrische Materie nicht ganz so leicht aus dem elektrisirten Körper in den kugelförmigen oder flachen Leiter übergehet, als in die spitzigen, liegt darin, weil in dem ersten Falle die Intensität der Elektricität in dem elektrischen

*) Vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. Leipz. 1797. 8. B. II. S. 145.

Körper durch die dagegen gehaltene Fläche geschwächet wird; denn diese nimmt die entgegengesetzte Elektricität an, hält folglich der verringerten Intensität weit mehr das Gleichgewicht, als dieß eine Spitze zu thun vermag. Hieraus sieht man also, daß dieß nicht eine besondere Eigenschaft einer Spitze oder ebenen Fläche ist, sondern von dem verschiedenen Zustande des elektrischen Körpers herrühret, der seine Elektricität leichter und in einer größern Entfernung gehen läßt, wenn man ihm eine spitzige leitende Substanz, als eine flache abgerundete, entgegen hält.

Man sieht wohl, daß dieß auf den Gesetzen der Vertheilung der Elektricität beruhet; denn hiernach muß nothwendig in dem elektrisirten Körper die Elektricität desto stärker gebunden werden, je größer die Fläche ist, die in den Wirkungskreis desselben kommt. Hätte aber diese Fläche Hervorragungen, so würde auch hier der Uebergang der elektrischen Materie dieserwegen leichter erfolgen, als an andern Stellen der Fläche, weil der Widerstand, welchen die Elektricität beym Durchbruche durch die Luft überwinden muß, weit geringer ist. Weil also eine einzige Spitze, so bald sie in den Wirkungskreis eines elektrisirten Körpers kömmt, gleichsam die Elektricität nur auf einen einzigen Punkt in senkrechter Richtung bindet, gegen die übrigen Stellen des elektrisirten Körpers aber nur in schiefen Richtungen wirket, so muß nothwendig die im elektrisirten Körper befindliche Elektricität weit schwächer gebunden seyn, als wenn mehrere Punkte eines Leiters, d. i. eine Fläche, in den Wirkungskreis des elektrisirten Körpers gebracht wird. Nähert man also die Spitze dem elektrisirten Körper nur so weit, daß das Gleichgewicht in der Spitze und in dem elektrisirten Körper aufhöret, so wird eine Mittheilung der Elektricität erfolgen, welche folglich in einer weit größern Entfernung geschiehet, als bey abgerundeten oder platten Körpern, eben weil diese die Elektricität in elektrisirten Körpern mehr binden, mithin auch diesen näher kommen müssen, ehe das Gleichgewicht in beyden aufhören, und dann erst eine Mit-

thei-

heilung Statt finden kann. Hieraus ist es aber auch sehr leicht begreiflich, daß die Mittheilung der Elektricität bey Spitzen nur alsdann stillschweigend erfolgen könne, wenn der Uebergang der Elektricität auf ein Mahl in nicht zu großer Menge geschehen muß, welches bey unsern gewöhnlichen Versuchen mit der Maschine fast alle Mahl der Fall ist. Wenn hingegen allzu viel Elektricität auf ein Mahl übergehen muß, so wird auch der Uebergang mit einem Schlage verbunden seyn, und dieß scheint bey Gewittern Statt zu haben; daher man auch die Spitzen bey den Blitzableitern in den neuern Zeiten eben so erheblich nicht gefunden hat.

Noch eine andere Folge davon wird auch diese seyn, daß eine einzige Spitze mehr wirken muß, als zwey, drey oder mehrere zugleich. Denn wenn drey Spitzen zugleich in den Wirkungskreis eines elektrisirten Körpers kommen, so wird auch die Elektricität desselben unter sonst gleichen Umständen stärker gebunden, und es müssen daher nothwendig die Spitzen dem elektrisirten Körper näher gebracht werden, ehe das Gleichgewicht gehoben, folglich eine Mittheilung der Elektricität Statt finden wird. Auch lehret dieß wirklich die Erfahrung. Schon Beccaria a) bemerket, daß zwey gleich scharfe Spitzen einem elektrisirten Leiter genähert erst in der Hälfte derjenigen Entfernung leuchten, in welcher schon eine einzige zu leuchten anfängt. Bringt man eine leitende Spitze gegen den ersten Leiter der Maschine, so hört er auf, gegen einen Knopf Funken zu schlagen; diese erscheinen aber von neuem, wenn noch eine zweyte Spitze hinzu gebracht wird. Diesen Versuch führet Brisson als einen Beweis an, wie unerklärlich die Wirkung der Spitzen sey; aus dem Angeführten läßt er sich aber sehr leicht begreifen.

Herr de Lüc b) erkläret die Wirkung der Spitzen nach Volta's Theorie auf diese Art: sie dienen gleichsam zum

 Canale,

a) Del elettricismo artif. p. 67.
b) Neue Ideen über die Meteorologie, B. I. §. 209.

Canale, wodurch sich entfernte Leiter mit andern Körpern ins Gleichgewicht versetzen, ohne daß die beyderseitigen Wirkungskreise, welche durch die Länge der Spitzen aus einander gehalten werden, dieses hindern. Die Spitze wirkt so lange mit gleicher Kraft, bis der Leiter, zu dem sie gehört, das Gleichgewicht mit den übrigen Körpern, womit sie in Verbindung sich befindet, erlangt hat; anstatt daß der Leiter, wenn er selbst hier gegenwärtig wäre, durch seinen eigenen Wirkungskreis den Uebergang erschweren oder wohl gar unmöglich machen würde. So hört das spitzige Ende eines langen in die Luft aufgerichteten Leiters nicht eher auf, ihr elektrisches Fluidum zu rauben, als bis dieser Leiter gänzlich mit der Luft im Gleichgewichte ist. Ist er nun mit dem Boden in Verbindung, so wird er, ohne Aufhören dazu beytragen, die Luft mit dem Boden ins Gleichgewicht zu bringen.

Woher das Blasen bey den elektrischen Spitzen gleich einem kühlen Winde komme, haben verschiedene aus der beständigen Mittheilung oder dem Ausströmen der elektrischen Materie erklären wollen; andere hingegen schreiben dieß einer Bewegung der von den Spitzen elektrisirten und abgestoßenen Luft zu. M. s. Rad, elektrisches.

M. s. Priestley Geschichte der Elektricität durch Krünitz S. 81. 95. 111. 276. 309. 390. Cavallo vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, 4te Aufl. Leipz. 1797. B. I. S. 39. 193 f. 245. 250. B. II. S. 109. 145. 218.

Sprachgewölbe, Sprachsaal (fornix acusticus, voute acoustique, cabinet secret) ist ein mit Fleiß also gewölbter Saal, daß man diejenigen Reden, welche in einer Ecke desselben leise gesprochen werden, in der andern entfernten Ecke höret, ob sie gleich in der Mitte nicht gehöret werden. Man begreift leicht, daß dieser Erfolg bloß bey einer elliptischen Wölbung Statt finden kann, indem die Ellipse die Eigenschaft besitzet, die aus einem Brennpunkte derselben herkommenden Schallstrahlen so zu reflektiren, daß sie wieder in dem andern Brennpunkte derselben

zusammenkommen. Auf solche Art hört man die Worte, die in dem einen Brennpunkte des elliptisch gewölbten Saales gesprochen werden, durch das Zusammenkommen mehrerer Schallstrahlen im andern Brennpunkte. Ein solches Zimmer ist in der Sternwarte zu Paris angeleget, und Brydone erzählet eine ähnliche Wirkung von einer Kirche zu Girgenti in Sicilien.

Eine Sammlung von vielen alten und neuen Merkwürdigkeiten dieser Art findet man beym Kircher in dem ersten Theile seiner Phonurgie, wohin unter andern das so genannte Ohr des Dionysius (Orecchio di Dionisio, grotta della favella) zu Syrakus gehöret, eine in einen Fels gehauene Grotte, die eine solche Form hatte, daß Dionysius auch die leisesten Reden, welche darin geführet worden, gehöret haben soll, und welche nach Kircher parabolisch gebauet seyn mußte, weil die Parabel vermöge ihrer Eigenschaft alle mit der Axe parallele Schallstrahlen nach der Zurückwerfung in den Brennpunkt zusammenbringt. Herr Beckmann *) führet die Schriftsteller an, welche von dieser Grotte handeln.

Nach Derham ist in London die Kuppel der Paulskirche so gebauet, daß man den Schlag einer Taschenuhr von einem Ende bis zum andern höret, und daß das leiseste Gezisch gleichsam einen Umlauf um die ganze Kuppel macht. Es hat diese Verstärkung und Vervielfältigung des Schalles nicht allein unten an der Gallerie, sondern auch an den höhern Stellen Statt, obgleich das Gewölbe oben eine große Oeffnung für die Laterne besitzet.

Sprachrohr (tuba stentorea s. stentorophonica, porte voix) ist ein Werkzeug, welches dazu dienet, Worte in selbiges zu sprechen, so daß sie dadurch verstärket, und auf eine große Entfernung fortgeführet werden. Wenn man in die enge Oeffnung einer hohlen Röhre, welche etwa die Gestalt eines Trichters hat, leise hineinredet, so wird ein anderer, welcher das Ohr nicht weit von der weiten Oeffnung

*) Beyträge zur Geschichte der Erfindungen, B. I. S. 467.

nung der Röhre hat, die Rede deutlich und vernehmlich hören, da er sonst ohne das Rohr selbige nicht vernehmen würde. Denn hierdurch werden alle Schallstrahlen, auch die, welche sonst nach den Seiten hingehen würden, in der Röhre zusammengehalten, wovon eine große Menge an der innern Wand verschiedentlich reflektirt, und zuletzt die meisten in das Ohr des Hörers gebracht werden. Auf solche Art werden also die Schallstrahlen nur so lange zusammengehalten, als die Röhre lang ist; denn so bald sie an die weitere Oeffnung kommen, werden sie nach andern Richtungen zerstreuet. Wäre man daher vermögend, dem Rohre eine solche Gestalt zu geben, daß alle Schallstrahlen nach dem Ausgange aus demselben mit einander parallel oder doch wenigstens beynahe parallel gingen, so würde sich dadurch der Schall auf eine sehr große Entfernung fortpflanzen, und daselbst deutlich und vernehmlich gehöret werden.

Die Erfindung des Sprachrohrs haben verschiedene schon in den ältesten Zeiten suchen wollen. So führet Kircher [α]) aus einer vorgeblichen Handschrift von des Aristotelis secretis ad Alexandrum M. an, es habe Alexander ein großes Horn besessen, womit er sein Kriegsheer 100 Stadien weit habe zusammen berufen können. Kircher gibt sogar dieses Instrument abgezeichnet an. Auch Morhof [β]) führet diese Stelle des dem Aristoteles untergeschobenen Buches, das aus dem Arabischen ins Lateinische übersetzet und zu Bologna 1516 gedruckt worden ist, jedoch ganz anders, als Kircher, an. In diesem Horne haben einige das älteste Sprachrohr zu finden geglaubt, welches Werkzeug folglich wenigstens die Araber hätten kennen müssen. Die Zeichnungen beweisen aber, daß dieses Horn nicht zum Sprechen dienen konnte, und daß es bloß zu den Blasinstrumenten gehöret, deren hohes Alterthum von niemanden bezweifelt wird. Einige berufen sich auch auf eine Stelle des Porta [γ]), wo das Sprachrohr angegeben sey; allein seine

α) Ars magna lucis et vmbrae. Amst. 1671. fol. 102.
β) Diss. de vitro per vocis sonum rupto, in diss. acad. Hamb. 1699. 4.
γ) Magia naturalis, Lib. XX. cap. V.

eine Beschreibung, die er davon gibt, beweiset ganz deutlich, daß es kein Sprachrohr, sondern nur ein Hörrohr war. Ferner glauben auch einige, daß Bacon von Verulamio das Sprachrohr deutlich unter dem Nahmen cornu venatorii beschrieben habe [α]); Bacon hatte aber gewiß nicht daran gedacht, das von ihm beschriebene Jägerhorn zu einem Sprachrohre zu gebrauchen, indem er bloß anführet, daß der Ton in selbigem verstärket werde.

Vielmehr schreibt man wohl mit mehrerem Rechte die Erfindung des Sprachrohres, so wie es noch heutzutage im Gebrauche ist, dem Ritter Samuel Morland zu, welcher dasselbe um das Jahr 1670 in Gestalt einer weiten Trompete, zuerst aus Glas, nachher aber aus Kupfer verfertigte, und viele Versuche damit in Gegenwart Königs Karls II. und des Prinzen Robert anstellte [β]). Nachdem diese Erfindung bekannt ward, behauptete Kircher, dergleichen Werkzeuge schon vorher verfertiget zu haben. Allein das, was man in seinen ältern Schriften findet [γ]), sind bloß Röhren, die man an den Mund der Redenden und zugleich an das Ohr des Zuhörers hält, also bloße Hörröhre, nicht Sprachröhre sind, und seine Phonurgie, worin er meldet, daß sein Hörrohr sich auch als Sprachrohr gebrauchen lasse, ist erst im Jahre 1673, mithin nach Morland's Schrift, herausgekommen. Kircher berufet sich zwar dieserwegen auf Schott und Harsdörfer, aber diese reden ebenfalls von nichts weiter, als von Hörröhren. In Frankreich hatte jedoch ein Augustinermönch Salar bereits 7 bis 8 Jahre vorher die schwache Stimme eines Bassisten durch ein Rohr verstärket, aber ohne dabey die Absicht zu haben, in die Ferne zu sprechen [δ]).

Das

α) Historia naturalis s. sylua syluarum. in opp.

β) An account of a speaking trumpet, as it hath been contrived by *Sam. Morland.* Lond. 1771. auch Auszugsw. in Philosoph. Transact. Nro 79. p. 3056.

γ) Ars magna lucis et vmbrae. musurgia vniuersalis s. ars magna consoni et dissoni. Romae 1650. fol.

δ) Journal des savans ed. de Hollande, Tom. III. p. 126.

Das Sprachrohr von **Morland** hatte die noch jetzt gewöhnliche trichterförmige Gestalt, an welcher man aber, jedoch ohne sonderlichen Erfolg, gekünstelt hat. Schon im Jahre 1672 schlug **Cassegrain** α) vor, demselben eine hyperbolische Form zu geben, so daß die Axe des Rohres die Asymptote dieser Hyperbel wurde. **Conyers** β) gab ihm die verkürzte Gestalt einer Glocke, und ließ die Worte durch ein anderes rechtwinklicht umgebogenes Rohr zur Seite hineinreden, und von dem halbkugelförmigen Ende der Glocke reflektiren. **Johann Matthias Hase** γ) setzt das Sprachrohr aus einem elliptischen und einem hyperbolischen Stücke so zusammen, daß der Mund in einem Brennpunkte der Ellipse angesetzet wird, der andere aber zugleich der Brennpunkt der Parabel ist. Nach der Theorie scheint dieß eine sehr vollkommene Einrichtung zu seyn; allein die Erfahrung hat doch gelehret, daß sie der gehofften Erwartung nicht entspricht, vermuthlich weil der Schall nie genau aus einem Punkte kommt. Herr **Lambert** δ) hat gewiesen, daß die Figur eines abgekürzten geraden Kegels, wo nicht die beste, doch wenigstens eben so gut, als jede andere ist. Es sey (fig. 102.) abed der abgekürzte gerade Kegel, der als Sprachrohr dienen soll, de die obere Oeffnung, an welche der Mund gebracht wird, gf die Länge der Axe, und ad die Länge der Seitenlinie. Hier entsteht nun die Frage, wie groß müssen die Grundflächen im Durchmesser, und wie groß die Länge der Axe seyn, wenn das Sprachrohr dienen soll, die Worte einer stark hineinredenden Person bis auf eine verlangte Entfernung verständlich fortzupflanzen? Es schneide die verlängerte Seitenlinie

ad

α) Journal des savans, Tom. III. p. 131.
β) Philosoph. Transact. n. 141. p. 1027.
γ) Diss. de tubis stentoreis Lips. 1719. 4.
δ) Sur quelques instrumens acoustiques in den mémoir. de l'Acad. roy. de scienc de Berlin 176 . S. 87. Deutsch: J. H. Lamberts Abhandlung über einige akustische Instrumente, mit Zusätzen über das so genannte Horn des Alexanders des Großen, über Erfahrungen an einem elliptischen Sprachrohre und über die Anwendung der Sprachröhre zur Telegraphie von Gottf. Huth. Berlin 1796. 8.

ad des Kegels adbe seine Axe in dem Punkte c; so ist c die Spitze des ganzen Kegels, wovon der abgekürzte einen Theil ausmacht, und fca ist der halbe Winkel an der Spitze. Nach der Theorie muß nun der halbe Durchmesser fa der größern Grundfläche so groß seyn, als die Länge cd der Seitenlinie des kleinern oben abgeschnittenen Kegels; die Oeffnung de aber kann im Durchmesser $1\frac{1}{2}$ Zoll groß gemacht werden, damit sie am Munde bequem anschließe. Wenn nun die Größe des Winkels an der Spitze, mithin auch seine Hälfte bekannt ist, und die Länge ca der Seitenlinie des ganzen Kegels, so kann der halbe Durchmesser fa der größern Grundfläche trigonometrisch gefunden werden; man hat nämlich sin. tot. : sin. fca = ca : fa. Eben so groß muß cd seyn, und diese Länge cd von ca abgezogen gibt die Länge ad der Seitenlinie des abgekürzten Kegels, der als Sprachrohr dienen soll. Herr Lambert schließt aus der Theorie noch folgende Regeln, um den Winkel an der Spitze und die Länge der Seitenlinie ca zu finden:

1) Man dividire die Quadratwurzel aus der Zahl 2 mit einem Quotienten, der gefunden wird, wenn man die Entfernung, auf welche durchs Sprachrohr deutlich geredet werden soll, durch die Entfernung, auf welche die ins Rohr sprechende Person ohne dasselbe verständlich gehöret werden kann, dividiret; man hat alsdann die Länge eines Bogens für den Halbmesser = 1, der das Maß des halben Winkels fca an der Spitze abgibt.

2) Man quadrire den n. 1. angeführten Quotienten, und nehme $\frac{3}{8}$ von ihrer Quadratzahl, so hat man die Länge ca der Seitenlinie in Zollen; alsdann kann, wie vorhin angeführet ist, af = cd, und daraus ferner ad gefunden werden.

Exemp. Die größte Entfernung, auf welche die Worte einer stark redenden Person verständlich gehöret werden können, betrage etwa 400 Fuß, soll nun das Sprachrohr die hineingeredeten Worte auf 5000 Fuß weit verständlich fortpflanzen, so ist der n. 1. angeführte Quotiente $= \frac{5000}{400} =$

$12\frac{1}{2}$.

$12\frac{1}{2}$. Ferner ist $\sqrt{2} = 1{,}414213$, und diese Zahl nach n. 1, mit 12,5 dividiret, gibt 0,11313 für die Länge des mit dem Halbmesser = 1 beschriebenen Bogens, der das Maß des Winkels fca abgibt. Weil dieser Winkel nun klein ist, so ist der Sinus von diesem Bogen nur bis auf eine nicht zu achtende Kleinigkeit verschieden, und man findet gleich fa, wenn man ca mit der Zahl 0,11313 multipliciret. Ferner ist von 12,5 die Quadratzahl 156,25, und hiervon $\frac{3}{8}$ genommen gibt die Länge ca von 58,6 Zollen. Wird diese nun weiter mit 0,11313 multipliciret, so findet man fa, oder cd = 6,6 Zoll, und dieser von 58,6 Zoll abgezogen, geben die Länge von da von 52 Zollen oder 4 Fuß 4 Zoll. Dieß Sprachrohr vergrößert die Entfernung, in welcher die Worte einer laut redenden Person verständlich gehöret werden können, $12\frac{1}{2}$ Mahl. Wäre die Stimme der Person nicht stark genug, um sie auf 400 Fuß weit noch verständlich zu hören, so würde man diese Person durch dieß Sprachrohr auch nicht in der Entfernung von 5000 Fuß verstehen.

Man ist auch der Meinung gewesen, das Sprachrohr müsse durch seine eigenen Schwingungen, wie bey Blasinstrumenten, mit zur Verstärkung des Schalles dienen, und daher aus sehr elastischen Materien verfertiget werden. Allein bey dem Sprachrohre kommt es nicht sowohl auf die Verstärkung des Schalles, sondern vorzüglich auf die Deutlichkeit und Vernehmlichkeit der in selbiges geredeten Worte an; in dieser Rücksicht scheint also die Güte des Sprachrohrs mehr von der Gestalt und der Zurückwerfung der Schallstrahlen, als von der Materie, aus welcher es verfertiget wird, abzuhangen.

M. s. Beckmann Beyträge zur Geschichte der Erfindungen. B. I. Leipz. 1782. S. 455 f. Karsten Anfangsgr. der Naturlehre mit Anmerk. von Gren. Halle, 1790. 8. §. 324 f.

Springbrunnen, **Fontänen** (fontes salientes, aquae salientes, fontaines, jets d'eau, eaux saillisantes). Unter diesem Ausdrucke versteht man künstliche Veranstal-

anstaltungen, bey welchen Wasser aus Oeffnungen von Röhren mit einer solchen Gewalt getrieben wird, daß es in freyer Luft aufsteigen, oder in die Höhe spritzen muß. In diesem weitläuftigen Verstande sind unter den Springbrunnen auch alle Arten von Spritzen begriffen. Im gewöhnlichsten Sinne enthalten aber die Springbrunnen nur solche Veranstaltungen, die das Wasser zum Vergnügen durch keine Menschenkräfte, sondern durch andere Kräfte in die Höhe treiben oder in der freyen Luft zum Springen bringen.

Es läßt sich das Wasser in der freyen Luft zum Springen bringen entweder durch sein eigenes Gewicht in communicirenden Röhren, oder durch Druckwerke, oder auch vermittelst der Luft.

Wenn mit dem Wasserbehälter (fig 103.) a b c d die Fallröhre e f g h k verbunden und vertikal aufwärts gebogen ist, so müßte nun eigentlich das Wasser aus der Oeffnung k l bis zur horizontalen Oberfläche a d des Wassers in den Behälter a b c d steigen M. s. Röhren, communicirende. Allein da der Wasserstrahl in der freyen Luft in die Höhe steigen muß, so sind allemal Hindernisse vorhanden, die ihn nie so hoch zu steigen verstatten Denn die Wassertheile, welche mit abnehmender Geschwindigkeit in die Höhe steigen, verursachen, daß die unmittelbar darauf folgenden etwas aufgehalten werden; haben diese nun ihre größte Höhe erreichet so besitzen sie wieder ein Bestreben senkrecht herabzufallen, und drucken daher vermöge ihres Gewichtes den Wasserstrahl noch etwas tiefer herab als er sonst steigen würde; dieß sieht man augenscheinlich bey einer Fontäne, welche oben zu springen anfängt; im ersten Augenblicke wird der Wasserstrahl am höchsten steigen nachher aber etwas tiefer herabkommen. Ueberdem wirket dabey auch noch der Widerstand der Luft dem Strahl entgegen, und das Anhängen des Wassers an der innern Wand des Springrohres verzögert ihn in etwas, so daß er nicht zur gleichen Höhe mit a d gelangen kann. Auch alsdann muß die Höhe des Wasserstrahls merklich vermindert werden, wenn g h nicht

so nahe bey der Fallröhre, sondern in einer beträchtlichen Entfernung von g auswärts gebogen ist; denn alsdann ist das Anhängen des Wassers an der innern Fläche der Röhre ziemlich groß, wodurch die Bewegung desselben ungemein verzögert wird.

Mariotte *) fand durch viele angestellte Versuche folgende Regel ziemlich bestätiget, **daß sich der Unterschied zwischen der Wasserhöhe und der Höhe des Wasserstrahls, wie das Quadrat der Höhe des Wasserstrahls verhält**, wenn das Wasser aus gleichen Öffnungen springt. Wären also die Höhen zweyer Wasserstrahle, die aus gleichen Oeffnungen kommen, H, h, die Wasserhöhen aber A, a, so ist nach dieser Regel $H^2 : h^2 = A - H : a - h$. Aus vielen Erfahrungen fand **Mariotte**, daß eine Wasserhöhe von 5 Fuß einen Wasserstrahl gibt, dem nur 1 Zoll an 5 Fuß fehlt. Er nimmt dieser Erfahrung zu Folge als gleichgültig an, daß ein Wasserstrahl, welcher 5 Fuß hoch steigen soll, eine Höhe von 5 Fuß 1 Zoll erfordere. Hieraus ließ sich nun sehr leicht **Mariotte's** Tafel berechnen. Setzt man nämlich $H = 5'$, $A = 5', 1''$, mithin $A - H = 1''$, und man verlangte zu wissen, was für eine Wasserhöhe nöthig wäre, damit der Wasserstrahl auf 10 Fuß Höhe springe, so hat man $5^2 : 10^2 = 1 : 4$, mithin $a - h = 4''$ und folglich die verlangte Wasserhöhe $= 10' 4''$ u. s. f. Ein kurzer Auszug von **Mariotte's** Tabelle ist folgender:

Höhe des Strahls	Zugehörige Höhe		Höhe des Strahls	Zugehörige Höhe	
5 Fuß	5 Fuß	1 Zoll	60 Fuß	60 Fuß	144 Zoll
10 —	10 —	4 —	65 —	65 —	169 —
15 —	15 —	9 —	70 —	70 —	196 —
20 —	20 —	16 —	75 —	75 —	225 —
25 —	25 —	25 —	80 —	80 —	256 —
30 —	30 —	36 —	85 —	85 —	289 —
35 —	35 —	49 —	90 —	90 —	324 —
40 —	40 —	64 —	95 —	95 —	361 —
45 —	45 —	81 —	100 —	100 —	400 —
50 —	50 —	100 —	120 —	120 —	576 —
55 —	55 —	121 —			

Aus

*) Traité du mouvement des eaux in den oeuvres de *Mariotte*, Vol. II. P. IV. disc. I. übers. Grundlehren der Hydrostatik und Hydraulik von D. Meinig. Leipz. 1723. 8.

Aus der Proportion $H^2 : h^2 = A - H : a - h$ findet man $\frac{H^2}{A - H} = \frac{h^2}{a - h}$. Da nun nach Mariotte's Versuchen $H = 5$ Fuß $= 60$ Zoll, und $A - H = 1$ Zoll, so wird $\frac{H^2}{H - A} = 3600$, wobey aber alles in Zollen ausgedruckt werden muß; will man es aber in Füßen haben, so ist $\frac{H^2}{A - H} = \frac{5^2}{\frac{1}{12}} = 300$, mithin $300 = \frac{h^2}{a - h}$, und $300\,a - 300\,h = h^2$, folglich $a = h + \frac{h}{300}$, wo also h die Höhe ist, welche der springende Wasserstrahl erreichen soll, und a die dazu gehörige Wasserhöhe in Füßen ausgedruckt.

Bey dieser Regel ist vorausgesetzet worden, daß die Oeffnung gerade dasjenige Maß besitze, wobey der Strahl am höchsten steigt. Wenn die Oeffnung zu eng ist, so hindern sich die Wassertheile beym Ausspritzen zu sehr, und das Anhängen an der Oeffnung wird um ein beträchtliches größer, wodurch nothwendig das Wasser in seiner Geschwindigkeit vermindert werden muß. Ist hingegen die Oeffnung zu weit, so ist auch der Widerstand der Luft und der Druck des zurückfallenden Wassers zu groß. Mithin gibt es für jeden Fall eine gewisse Größe der Oeffnung, für welche die Höhe des Wasserstrahls ein Maximum wird, und für diese gilt die angeführte Regel des Mariotte. Im ersten Versuche war die größte Höhe des Strahls 22 Fuß 10 Zoll bey einer Oeffnung von 6 Linien, und die dazu gehörige Höhe 24 Fuß Zoll; beym zweyten Versuch war die Höhe des Wasserstrahls 12 Fuß, und die dazu gehörige Wasserhöhe 12 Fuß Zoll; der dritte Versuch gab die größte Höhe des Strahls 4 Fuß 3 Zoll, und die dazu gehörige Wasserhöhe 26 Fuß Zoll; nach dem vierten Versuche war die größte Höhe des Strahls 31 Fuß 9 Zoll, und die dazu gehörige Wasserhöhe 4 Fuß 1 Zoll. Mit diesen Versuchen stimmt also Mariotte's Regel ziemlich überein. Auch fand s'Gravesande

sande α), daß das Wasser durch konisch geendete Aufsatzröhre nicht so hoch springt, als durch cylindrische, welche am obern Ende mit einer durchbohrten Platte geschlossen sind. Bey der geringen Wasserhöhe von 2 Fuß stieg der Strahl durch die durchbohrte Platte 2 Zoll höher als durch die konische. Wenn nun die cylindrische Röhre in Vergleichung mit der Oeffnung in der Platte die gehörige Weite hat, und die inwendigen Flächen der Röhre und der Oeffnung gut polirt sind, so steigt der Strahl sehr regelmäßig, und ist vollkommen durchsichtig. Welche Schwierigkeiten bey Untersuchungen dieser Art in der Theorie Statt finden, kann man bey Karsten β) und Kästner γ) sehen.

Wenn Wasser durch Oeffnungen aus Röhren vermittelst besonders dazu eingerichteter Druckwerke mit Gewalt herausgepreßt wird, so sieht man leicht, daß es auf solche Art auf sehr beträchtliche Höhen in der freyen Luft gebracht werden kann. Hierher lassen sich nun auch die Feuerspritzen rechnen. Bey Anbringung der Druckwerke hat man besonders den Vortheil noch, daß man die Leitröhren mehrerer Druckpumpen in ein einziges Steigrohr vereinigen kann, in welchem Falle sich sehr starke Wasserstrahlen auf ungemein große Höhen werden bringen lassen. Wenn solche Strahlen sehr dick und hoch sind, so wird zwar die Röhre cylindrisch gemacht, und mit einer stark durchbohrten Platte geschlossen, in derselben befindet sich aber noch ein metallener umgekehrter Kegel, wovon der Durchmesser ein Paar Zoll kleiner ist, als der Durchmesser der Oeffnung, so daß zwischen dem Kegel und dem Rande der Oeffnung ringsherum eine Höhlung bleibt, aus welcher der Wasserstrahl hervorspringt, welche auf solche Art inwendig hohl und mithin nicht so schwer ist, als wenn ein voller Wassercylinder aus der Oeffnung strömte. Daher kann der hohle Strahl auch

α) Elementa physices, Tom. I. §. 1534 sq.

β) Lehrbegriff der gesammten Mathematik, Th. V. Hydraulik. Abschnitt II.

γ) Anfangsgründe der Hydrodynamik, 2te Aufl. Götting. 1797. 8. §. 224 f.

auch viel höher getrieben werden, und erfordert keine so außerordentlich große Wassermenge.

Bey solchen Springbrunnen, welche zum Vergnügen und Verschönerung in Gärten, öffentlichen Plätzen u. s. w. angelegt werden, pflegen gewöhnlich die Oeffnungen auf allerhand Art verkleidet, oder auch dem springenden Wasser durch Aufsätze mancherley Richtungen und Gestalten gegeben zu werden. Zeichnungen von solchen Verzierungen der Springbrunnen findet man zahlreich, jedoch ohne sonderlichen Geschmack beym **Böckler** [α]), besser beym **Schwitzer** [β]).

Springbrunnen im Kleinen zur Belustigung durch den Druck der Luft zu treiben, war schon den Alten bekannt; sie erklärten aber ihre Wirkung irrig aus der Vermeidung der Natur für den leeren Raum. Verschiedene Einrichtungen dieser Art beschreibet **Heron** von Alexandrien [γ]), noch mehr aber der **P. Casper Schott** [δ]). Unter andern sind folgende merkwürdig.

Der **Heronsball** (pila Heronis) bestehet aus einer hohlen kupfernen Kugel (fig. 104.), in welcher eine Röhre ac, die bey b durch einen Hahn verschlossen werden kann, bey a in eine enge Oeffnung ausläuft, und beynahe bis auf den Boden des Gefäßes reicht, gekittet ist. Wenn man hiernächst durch Saugen bey a die Luft so viel möglich in der Kugel verdünnt (welches am besten geschehen kann, wenn man die Kugel an die Luftpumpe schraubet, und die Luft ausziehet), hierauf die Oeffnung durch den Hahn b verschließt, dieselbe unter Wasser bringt, und den Hahn b öffnet, so wird der äußere Druck der Luft so viel Wasser in die Kugel hineintreiben, bis die in der Kugel zurück gebliebene Luft mit der äußern gleiche Dichtigkeit hat. Treibt man alsdann durch die Oeffnung a noch mehr Luft hinein,

 welches

α) Architectura curiosa noua, d. i. neue Bau- und Wasserkunst. Nürnb. 1664 Fol.

β) Introduction to a general system of hydrostatiks and hydrauliks. Lond. 1729. 4.

γ) Πνευματικῶν s. spiritalium liber ed. a Commandino. Paris 1575. 4.

δ) Mechanica hydraulico-pneumatica. Herbip. 1657. 4.

welches am besten durchs Comprimiren mit der Luftpumpe verrichtet werden kann. Nachdem man nun den Hahn b so lange verschlossen hält, bis die Oeffnung a in die Höhe gerichtet ist, und darauf wieder öffnet, so wird die in der Kugel comprimirte Luft das Wasser mit Gewalt in der Röhre ca hinauftreiben, und in freye Luft spritzen.

Statt der Kugel kann überhaupt jedes andere Gefäß von beliebiger Gestalt genommen werden, welches alsdann auf eben die Art, wie die Kugel mit der Röhre versehen wird. Ueberdieß läßt sich noch die Bequemlichkeit anbringen, daß im Boden des Gefäßes eine Oeffnung sich befindet, durch welche Wasser ins Gefäß gefüllt, und die nachher mittelst einer Schraube luftdicht verschlossen werden kann. Durch diese Einrichtung hat man nicht nöthig, erst die Luft im Gefäße zu verdünnen, und alsdenn erst Wasser durch die enge Mündung einsaugen zu lassen.

Ein anderer Springbrunnen dieser Art, der **Heronsbrunnen** (fons Heronis). Die Einrichtung desselben ist folgende: das Gefäß (fig. 105.) a b ist mit der Röhre ef völlig so, wie der Heronsball mit der seinigen, versehen. Unter demselben in beliebiger Tiefe steht ein anderes Gefäß ungefähr von eben der Größe. Der Deckel des obersten Gefäßes a b ist mit einem Rande a o von etlichen Zollen Höhe umgeben, damit auf demselben, wie in einer Schüssel etwas Wasser stehen bleiben kann. In dieser Schüssel befindet sich eine Oeffnung g, und von derselben geht eine Röhre g h bis in das unterste Gefäß so weit herab, daß sie fast den Boden desselben erreicht. In dem Deckel des untern Gefäßes befindet sich eine andere Oeffnung i, und von derselben steigt eine Röhre i k in das oberste Gefäß so weit hinauf, daß sie beynahe den obersten Deckel desselben erreichet. Wenn nun in der obersten Schüssel a o außer g noch eine andere Oeffnung m befindlich ist, so kann man durch diese Oeffnung vermittelst eines Trichters das oberste Gefäß a b mit Wasser so hoch anfüllen, daß es jedoch die Oeffnung k der Röhre i k nicht übersteigt. Nachdem dieß gesche-

geschehen ist, wird die Oeffnung m mit einem Kork wieder genau verschlossen. Hierauf füllt man die Schüssel a o mit Wasser, das durch die Röhre g h in das untere Gefäß c d herabfällt, und indem es in demselben steiget, einen Theil der darin befindlichen Luft durch die Röhre i k in den über dem Wasser in a b befindlichen Raum hinauftreibt, also überall die eingeschlossene Luft verdichtet. Der Hahn bey e wird so lange verschlossen, oder in Ermangelung des Hahns die Oeffnung e so lange mit dem Finger zugehalten, bis kein Wasser mehr durch die Röhre g h herabfällt, und das übrige auf der Schüssel a o stehen bleibt, damit die Luft so stark verdichtet werde, als es der Druck des Wassers bewerkstelligen kann. Wird hiernächst e geöffnet, so springt das Wasser so lange ununterbrochen fort, bis das Gefäß a b ausgeleeret ist. So wie nämlich das Wasser in a b sinkt, verstattet es der Luft, sich in einen größern Raum auszubreiten, und dieß vermindert ihre Elasticität, so daß ihr Druck gegen die Oberfläche p q des Wassers im c d geringer wird, und dieß verstattet dem aus der Schüssel a o durch die Röhre g h herabfallenden Wasser beständig einen neuen Zugang. Demnach verlieret der Raum, worin die Luft ausgebreitet ist, unten, statt dessen, daß er oben gewinnt, und die Luft bleibt so lange in einem zusammgepreßten Zustande, bis sie durch die Röhre e f herausgehen, und sich mit der äußern Luft ins Gleichgewicht setzen kann.

Von dem Heronsbrunnen, welcher anfänglich nur Belustigung zur Absicht zu haben schien, hat Joseph Carl Höll im Jahre 1753 eine sehr sinnreiche Anwendung gemacht, Wasser aus Gruben zu fördern, wovon Poda [α]), Delius [β]) und Meister [γ]) handeln.

α) Kurzgefaßte Beschreibung der bey dem Bergbau zu Schemnitz in Niederhungarn errichteten Maschine; herausgegeben durch von Born. Prag 1771.

β) Anleitung zu der Bergbaukunst. Wien 1773. 4. S. 389.

γ) De Heronis fonte educendis ex puteo aquis adhibito, s. de hydraulico pneumatico Schemnitiensi, in nov. commentat. Goetting Tom. IV. 1773. p. 169.

Auch kann der unterbrochene Heber so eingerichtet werden, daß er als Springbrunnen dienet. Man findet verschiedene solche Anordnungen beym **Wolf**. Unter andern beschreibet er eine solche Fontäne *), wo das Wasser in einer gläsernen Kugel springt. Es läuft dieses nämlich durch eine lange Röhre aus, wodurch die Luft in der Kugel verdünnet wird, der Druck der Atmosphäre treibt alsdann durch das Springrohr aus einem offenen Gefäße mehr Wasser in die Kugel. **Kircher** hat ebenfalls einen solchen Springbrunnen angegeben, welchen **Leupold** β) abbildet.

Wenn man ein Paar Gefäße unmittelbar mit einander verbindet, so daß das untere bloß Luft und im Deckel, der zugleich der Boden des obern Gefäßes ist, eine Röhre enthält, welche beynahe bis zum Deckel des obern Gefäßes reichet, in dem Deckel des obern Gefäßes aber ein Loch befindlich ist, durch welches Wasser in das Gefäß gegossen werden kann, und wenn alsdenn noch das obere Gefäß, wie der Heronsball, eine Springröhre besitzet; so dienet diese Einrichtung ebenfalls als ein kleiner Springbrunnen. Man erwärmet nämlich die Luft im untern Gefäße über Kohlen, dadurch dehnet sich diese aus, dringt durch die Röhre in das obere Gefäß, und macht die Luft viel elastischer, als die äußere atmosphärische Luft ist, mithin druckt sie, wie beym Heronsball, das Wasser aus der Springröhre mit Gewalt heraus.

Man nehme eine gläserne Kugel (fig. 106.), fülle diese durch die daran befindliche Röhre mit Weingeist an, verstopfe alsdann die Öffnung der Röhre, und setze sie umgekehrt in ein dazu schickliches Fußgestelle. An der Seite der Röhre gehen zwey auswärts gekrümmte und in enge Oeffnungen sich endende Arme heraus, aus welchen der Weingeist herauslaufen muß, weil dieser in der Kugel höher stehet. Beym Herauslaufen zündet man ihn alsdann an, dadurch wird

die

*) Elementa matheſ. vniuerſ. Tom. II. Halae 1748. 4. element. hydraul. § 40.

β) Theatr. machinar. hydraulic. Tom. I. Tab. II.

die Hitze der Flamme durch die Luft im obern Theile der Kugel ausgedehnet, treibt den Weingeist mit Gewalt in die Höhe, und bildet so im Dunkeln eine Feuerfontäne.

M. s. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik Th. V. Hydraulik Abschn XVI **Kästner** Anfangsgründe der angew. Mathematik. Götting 1792. 8 Hydraul § 9. 10. *Wolfii* elementa hydraulicae in element. mathes. vniuersae Tom II cap II cap IV.

Springgläser s. **Glastropfen.**

Springkolben s. **Bologneser Flaschen.**

Springkraft s. **Elasticität.**

Spritzen s. **Druckwerk.**

Spröde (fragile, cassant). Spröde heißt ein fester Körper, dessen Theile an einander nicht verschoben werden können, ohne zu zerreißen. Ein solcher Körper läßt sich also unter dem Hammer nicht strecken oder dehnen, vielmehr zerbricht er unter demselben Daher heißt auch ein spröder Körper ein **zerbrechlicher** Körper, und, wenn er sich durch eine geringe Kraft in sehr kleine Theile zertheilen läßt, ein **zerreiblicher** Körper. Beyspiele von spröden Körpern geben das Glas, Porzellan, das gehärtete Stahl u. dergl Dem Spröden ist das Dehnbare, Streckbare, Geschmeidige Biegsame entgegengesetzet. M. s. **Dehnbarkeit, Biegsamkeit.**

Der Grund der Sprödigkeit liegt bloß in der Spannung der Theile, welche durch eine sehr schnelle Abkühlung der durch die Hitze geschmolzenen Körper erhalten wird. Hieraus folgt aber, daß diejenigen Körper desto spröder werden, je größer ihre attraktive Elasticität ist; denn solche Körper werden nothwendig auch in ihren Theilen eine desto größere Spannung erhalten können. Die Sprödigkeit und attraktive Elasticität unterscheiden sich bloß darin, daß bey dem erstern Zustande die Theile der Körper schon einen gewissen Grad der Spannung erlangt haben, und folglich zerreißen müssen, wenn eine hinreichend starke äußere Kraft auf sie wirkt. Daher lassen sich auch spröde Körper wie-

der in attraktive elastische Körper verwandeln, wenn ihnen die Spannung der Theile benommen wird.

Uebrigens sieht man leicht, daß es sehr verschiedene Grade der Sprödigkeit geben könne. So hat man Körper von einem solchen hohen Grade der Sprödigkeit, daß nicht allein diejenigen Theile, auf welche die äußere Kraft wirkt, von einander getrennt werden, sondern andere zugleich mit, so daß sogar der ganze Körper dadurch wie in einen Staub verwandelt wird, wie z. B. die Bologneser Flaschen, Glastropfen.

Stachelbauch, elektrischer s. Zitterfisch.

Stahl (chalybs, acier). Hierunter versteht man überhaupt Eisen, welches, wenn es rothwarm glühet, nach dem schnellen Löschen im kalten Wasser härter, spröder und unbiegsam wird, vor dem Härten aber kalt und warm geschmeidig ist, und auch nach dem Härten durch neues Glühen seine Geschmeidigkeit wieder erlangt. Derjenige Stahl, welcher im Ablöschen nach dem geringsten Grade der Hitze die größte Härte annimmt, und in und nach dem Härten die größte Stärke behält, ist wohl der beste Stahl.

Nach dem Feinpoliren besitzet sonst der Stahl einen weißern lichtgrauen Glanz wie das Eisen. Sein Bruch ist desto feinkörniger, je härter und besser der Stahl ist. Sein specifisches Gewicht ist größer als das vom Roheisen und geschmeidigen Eisen, und beträgt beym englischen Gußstahle 7,919, nach einem Mittel der Rinmannschen Versuche 7,795 Mahl größer als das Wasser. Seine absolute Festigkeit ist größer als die vom Eisen, und er kann durch Härten und Bearbeitung zu einer weit größern Elasticität gebracht werden, als Eisen. Den Magnetismus nimmt er zwar später an als dieses, aber stärker, und behält ihn weit dauerhafter. Er rostet nicht so leicht als geschmeidiges Eisen, aber früher, als Roheisen. Er schmelzt später als Roheisen, und früher als Stangeneisen. In der Schmelzhitze verbrennt er geschwinder als Eisen, und eine Stahlfeder, welche an der Spitze glühend gemacht

gemacht ist, brennt in reiner Lebensluft mit rauschendem Funkensprühen von selbst.

Die Farben, womit der Stahl in der Hitze anläuft, sind bey ihm weit lebhafter wahrzunehmen, als beym geschmeidigen Eisen. Bey der allmähligen Verstärkung der Hitze wird er bey dem Grade, in welchem ungefähr Zinn fließt, erst strohgelb; dann höher gelb, hierauf purpurfarben, und bey der Hitze, worin Bley schmelzt, violet, nun roth, dann dunkelblau. Bey einer stärkern Hitze wird er endlich hellblau, jetzt kommt er zum Glühen selbst, und dann verschwinden die Farben wieder. Diese Farben bleiben auf der Oberfläche des Stahls nach dem Erkalten, lassen sich aber wegschleifen. Sie haben ihren Grund in der verschiedenen Stufe der Verkalkung des Metalls auf der Oberfläche. Nach dem Härten des Stahls wird er, durchs Anlaufen bis zur gehörigen Farbe, so weich wieder, daß er sich verarbeiten läßt. Wenn man ihn ganz glühet, und dann von selbst erkalten läßt, so wird er wiederum gänzlich weich.

Den Stahl erhält man entweder 1) gleich aus einigen Eisenerzen durchs erste Ausschmelzen, oder 2) aus dem Roheisen, oder 3) aus dem geschmeidigen Eisen. Vermöge der Erfahrung weiß man, daß diejenigen Eisenerze, welche braunsteinhaltig sind, wie der spathige Eisenstein, durchs erste Ausschmelzen weit leichter und häufiger Stahl, als Roheisen geben, und man bedient sich derselben auch hauptsächlich zu dieser Absicht in Steiermark, Kärnthen und in einigen Orten Deutschlandes. Aus dem Roheisen und geschmeidigen Eisen bereitet man den Stahl auf eine doppelte Art: entweder durch **Schmelzen**, oder **Cementiren**, daher auch alle bekannten Sorten Stahl in die beyden Hauptarten getheilet werden, 1) in **Schmelzstahl** und 2) in **Brennstahl** oder **Cementirstahl**. Ersterer wird am meisten aus dem Roheisen, dieser aus dem geschmeidigen Eisen verfertiget. M. s. Cementation.

Der

Der beste Stahl, welcher im Handel vorkommt, ist freylich Schmelzstahl; inzwischen kann man doch nicht behaupten, daß der Stahl allemahl durchs Schmelzen besser werde, als durchs Cementiren. Die größte Vollkommenheit und Feinheit erlangt der Brennstahl dadurch, daß er nochmahls mit einem Zusatze, durch welchen seine Geschmeidigkeit beybehalten wird, geschmolzen wird. Dieß ist der so genannte Gußstahl der Engländer, bey dessen Zubereitung noch nicht alle Umstände bekannt sind. Der Damascener Stahl wird aus zusammengeschmiedeten Blechen von Stahl, weichem Eisen und sprödem Eisen bereitet, welche im Weißglühen zusammengelegt und geschmiedet werden.

Kein anderes Metall, außer dem Eisen, ist einer so mannichfaltigen Verschiedenheit und Abwechselung seiner Eigenschaften, wie seiner Schmelzbarkeit, Härte, Geschmeidigkeit, Zähigkeit, seines Bruchs, Glanzes u. s. f. unterworfen; aber keines ist auch eben deßwegen in Ansehung seiner Mischung für die Chemiker räthselhafter gewesen, als eben dieses. Die Ursachen des Unterschiedes zwischen Roheisen, Stahl, und geschmeidigem Eisen sind indessen ziemlich ins Licht gesetzt. Man wußte schon längst durch Erfahrung das Stahl zuzubereiten, als Reaumür [α]) die ersten Versuche darüber anstellte, durch welche die Chemiker fast ganz allgemein anzunehmen glaubten, daß Stahl reines Eisen wäre, das durch und durch aus Metall bestünde, da hingegen das Roheisen mit Schwefel vermischt und gleichsam noch vererzt, das Stangeneisen endlich vom Schwefel zwar frey, aber doch noch mit vielen nicht regulinischen Eisentheilen verunreiniget sey. Allein einige Zeit darauf bewiesen Bergmann [β]) und Rinmann [γ]) durch eine Reihe mannichfaltiger Versuche, daß jene Theorie unmöglich mehr zureichen könne, sie nahmen vielmehr an, daß der Stahl ei-

nen

α) L'art de convertir le fer forgé en acier etc. Paris 1722. 4. 1770. 4.

β) Diss. de analysi ferri, respond. *Jo. Jadolin.* Vpsal. 1781. 4. und in opusc. phys. chimic. Vol. III. p. 1.

γ) Geschichte des Eisens, aus dem Schwed. übersetzt von Georgi. Berlin 1781. 8. B. II. S. 266 u. f.

nen mittleren Zustand zwischen Roheisen und Stangeneisen darstelle.

Bergmann setzt den Unterschied zwischen Roheisen, Stahl und geschmeidigem Eisen zum Theil in den verschiedenen Verhältnissen, in welchen das Eisen mit fremden Stoffen, besonders mit Braunstein und Reißbley verbunden ist, und daß das Roheisen das meiste, der Stahl weniger, und das geschmeidige Eisen am wenigsten Reißbley enthalte; zum Theil und besonders beruhet aber auch nach ihm der Unterschied in der verschiedenen Menge des Phlogistons, welche mit dem Eisenkalke verbunden sey; im Roheisen nämlich sey die geringste Menge Brennbares zugegen, im geschmeidigen Eisen das mehreste, und der Stahl halte das Mittel. Die Gründe, worauf **Bergmann** seine Behauptung bauet, beruhen auf der ungleichen Menge des brennbaren Gas, welche Roheisen, Stahl und geschmeidig Eisen mit Schwefelsäure und Salzsäure geben, und auf der ungleichen Quantität, welche von diesen drey Eisensorten angewendet werden muß, um gleiche Quantitäten Silber aus Säuren regulinisch zu fällen. Zu diesem Ende erkläret er das Stahlmachen aus dem Roheisen aus der Verminderung des Reißbleyes und der Zunahme des Phlogistons; daß aber geschmeidiges Eisen durch Schmelzen mit Kohlen oder durch Cementation mit brennbaren Dingen Stahl werde, rühre daher, daß aus der Kohlensäure der brennbaren Substanz und dem vielen Phlogiston des geschmeidigen Eisens Reißbley erzeuget werde.

Rinmann aber behauptet gerade umgekehrt, daß das Roheisen die größte, das geschmeidige hingegen die geringste Menge vom Phlogiston enthalte.

Die richtigere Theorie erhielt jedoch erst neues Licht durch die Versuche der Herren **van der Monde, Bertholet** und **Monge** *). Hiernach bestehet der Unterschied zwischen

*) Ueber das Eisen in seinem verschiedenen metallischen Zustande, aus den mémoir. de l'Academ. roy. des scienc. de Paris 1786. S. 204 f. übersetzt in Crells chemischen Annalen 1794. B. I. S. 353 f. S. 460 f. S. 509 f.

schen dem Roheisen, Stahl und geschmeidigen Eisen in folgendem. Das reine geschmeidige Eisen enthält weder Kohlenstoff noch Sauerstoff, sondern ist ganz reducirt; allein solches trifft man gewöhnlich nicht an, sondern es enthält immer etwas Kohlenstoff, ist aber um desto streckbarer und weicher, je weniger es davon besitzet. Roheisen hingegen besitzet nicht allein die größte Menge von Kohlenstoff, sondern enthält noch Sauerstoff, und ist daher nicht ganz und durchaus reduciret; Stahl endlich unterscheidet sich vom Roheisen dadurch, daß das Eisen darin völlig reduciret ist und vom geschmeidigen Eisen dadurch, daß es Kohlenstoff enthält, aber in geringerer Menge und in gleichförmigerer Verbindung, als im Roheisen. Bey der Verfertigung des Rohstahls aus grauem Roheisen kommt es also darauf an, das Eisen durchaus zu reduciren, und die Menge des Kohlenstoffs zu vermindern. Dieß geschieht durch wiederholtes Schmelzen unter der Schlacke, und also beym Ausschluß der Luft, wo nun ein Theil des Kohlenstoffs den Säurestoff in sich nimmt, folglich das Eisen reduciret wird, und der übrige Theil des Kohlenstoffs mit diesem völlig reducirten Eisen in Vereinigung bleibt. Bey der Verfertigung des Cementirstahls wird das geschmeidige Eisen mit Kohlenstoff aus dem Cement angeschwängert, und auf solche Art in Stahl verwandelt.

Daß der Stahl zur Verarbeitung so vieler nöthiger Instrumente und Werkzeuge gebrauchet wird, ist Jedermann bekannt.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. III. Halle, 1795. 8. §. 2944 f.

Stahlbrunnen, Stahlwasser s. Gesundbrunnen.

Stalactiten s. Höhlen.

Stangenschwefel s. Schwefel.

Statik (statica, statique) heißt diejenige Wissenschaft, welche die Gesetze erkläret, wie das Gleichgewicht solcher Kräfte, die auf feste Körper wirken, erfolgen müsse. Alles, was hierher gehöret, findet man unter den Artikeln, Gleichgewicht,

gewicht, Hebel, Wage, Rad an der Welle, Räderwerk, Rolle, Flaschenzug, schiefe Ebene, Schraube, Zusammensetzung der Kräfte. In die Statik gehöret also die Theorie der Maschinen, in so fern Kraft und Last einander das Gleichgewicht halten, zur Mechanik aber, in so fern die Last von der Kraft wirklich beweget wird. Man muß daher auch die statischen Momente von den mechanischen Momenten unterscheiden. M. s. **Moment.**

Unter den Griechen ist die statische Theorie der Maschinen vom **Archimedes** bearbeitet worden, welcher in zweyen Büchern von gleichwichtigen Körpern die Lehre vom Schwerpunkte abhandelte, und daraus das Gesetz des Hebels bewies. M. s. **Hebel.** Nach dem Berichte des **Pappus** [α]) brachte **Heron** von Alexandrien alle Rüstzeuge auf das Gesetz des Hebels zurück. Nach der Wiederherstellung der Wissenschaften in Europa fing bereits im sechszehnten Jahrhunderte **Guido Ubaldi**, Marchese **del Monte** [β]) die Lehre der Statik mit ziemlichen Glück zu bearbeiten an. Noch glücklicher darin war der Niederländer **Simon Stevin** [γ]); dieser entdeckte die richtige Theorie der schiefen Ebene, und den Satz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte, welchen nachher verschiedene zum Grundsatz der Statik annahmen. Noch deutlicher, als alle seine Vorgänger, handelte **Cartesius** [δ]) die Lehre der Statik ab, und führte dabey den Grundsatz ein, daß das Vermögen einer bewegenden Kraft dem Produkte der bewegten Masse in ihrer Geschwindigkeit gleich sey. Beym Gleichgewichte findet zwar keine wirkliche Bewegung, mithin auch keine Geschwindigkeit Statt; wenn man aber hierbey eine solche Geschwindigkeit sich vorstellet, welche im ersten Augenblicke einer Bewegung Statt finden würde, so kann man aus diesem Grundsatze die ganze Theorie der Statik, und selbst der Mechanik ableiten. **Varignon** [ε]) versuchte diese

α) Collectio mathem. L. VIII.
β) Mechanicorum libri VI. 1577.
γ) Beghinselen der Wegkonst. Amst. 1596. 4.
δ) Tractat. de mechanica, in opusc. posth. Amst. 1701. 4.
ε) Projet d'une nouvelle mechanique. Paris 1687.

diese Theorie aus der Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte zu erweisen, und führte diesen Versuch in einem größern Werke sehr sinnreich aus α). Auch wurde zu gleicher Zeit die Theorie des Hebels durch Newton β) fast eben so behandelt. So schätzbar aber auch alle diese Versuche waren, das Gebäude der Statik zu vervollkommnen, so hatte man doch bisher noch keinen völlig einleuchtenden Grundsatz, auf den die Statik mit Festigkeit gebauet werden konnte; erst Kästner entwickelte einen solchen, wiewohl schon de la Hire in seiner Mechanik ähnliche Gedanken mit Kästnern gehabt hatte. M. s. Hebel. Uebrigens findet man die ersten Gründe der Statik mit vielem Scharfsinne von Lambert γ) und Klügel δ) aus einander gesetzet.

In den meisten Lehrbüchern wird gewöhnlich die Statik zugleich mit der Maschinenlehre abgehandelt, ob es gleich an sich weit richtiger und vortheilhafter ist, eine jede von diesen beyden Wissenschaften für sich aus einander zu setzen; indem bey einer vollständigen Maschinenlehre noch mehrere Kenntnisse erfordert werden, als in der Statik vorgetragen werden können. Die vorzüglichsten Lehrbücher, welche von der Statik handeln, findet man unter dem Artikel, Mechanik.

Stechheber (antlia oenopolarum, latron) ist ein bekanntes gläsernes Gefäß (fig. 107) a c b, welches, wie die Figur deutlich zeiget, eine birnförmige Gestalt besitzet, und an beyden Seiten in enge Oeffnungen sich endet. Die untere Oeffnung b muß so eng seyn, daß sich die flüssige Materie und die Luft in ihr nicht ausweichen können. Die obere Oeffnung a muß mit dem Daumen verschlossen werden können, indem das ganze Gefäß beym Henkel d gehalten wird.

Wenn

α) Nouvelle mechanique ou statique, ouvrage posthume de Mr. Varignon. à Paris 1725. II Tom. 4.

β) Princip. philosoph. mathem. Lib. I. Axi. 3. Corollar. 2.

γ) Gedanken über die Grundlehren des Gleichgewichts und der Bewegung, in den Beyträgen zum Gebrauch der Mathemat. Th. II. Berlin 1770. 8. Num. XI. S. 360 f.

δ) Grundsätze der reinen Mechanik in Eberhards philosoph. Magazin, B. I. St. 4. B. II. St. 1.

Wenn man die untere Oeffnung b durch ein Spundloch eines Fasses in die darin befindliche flüssige Materie steckt, so wird sich diese in den Heber nach hydrostatischen Gesetzen so weit hineinbegeben, daß sie in selbigem eben so hoch wie im Fasse stehet. Verschließt man hiernächst die Oeffnung a mit dem Daumen, und zieht den Heber aus dem Fasse heraus, so werden zwar anfänglich einige Tropfen der Flüssigkeit aus der untern Oeffnung b auslaufen, bis die Elasticität der im Heber noch befindlichen Luft mit dem Drucke der Flüssigkeit zusammen dem Drucke der Atmosphäre das Gleichgewicht hält; allein nachher wird nichts mehr herauslaufen. Ueberhaupt läßt sich auf solche Art der ganze Stechheber mit der flüssigen Materie anfüllen, und diese, nachdem die Oeffnung a mit dem Daumen verschlossen worden, ohne daß etwas aus b herausläuft, hintragen wohin man will.

Sobald man den Daumen von a wegnimmt, nachdem der Heber mit der flüssigen Materie angefüllet war, so fließt auch die Flüssigkeit sogleich aus der untern Oeffnung b des Hebers aus. Dieses so allgemein bekannte Werkzeug dienet daher zum Beweise des Drucks der Luft.

Auch gehöret hierher das so genannte Seperatorium der Chemiker (fig. 108.). Dieses wird nämlich gebrauchet, zwey mit einander vermengte Flüssigkeiten, die sich aber nicht auflösen, wie z. B. Wasser und Oehl, genau von einander zu sondern. Man bringt nämlich das Gemenge ins Gefäß, verschließt die obere Oeffnung, und läßt es einige Zeit ruhig darin stehen, bis sich die Flüssigkeiten nach ihren specifischen Gewichten genau von einander gesondert haben. Hierauf öffnet man die obere Oeffnung wieder, und läßt durch die untere enge Oeffnung die eine flüssige Materie ganz und genau ablaufen; alsdann verschließt man die obere Oeffnung abermahls mit dem Finger; das Auslaufen hört nun auf, und die leichtere flüssige Materie bleibt ganz allein im Gefäße zurück.

Steine (*lapides, pierres*) sind die bekannten festen Körper, welche zu ihrer Basis eine gewisse Erde haben.

Alle uns bekannte Erden werden, wenn Feuchtigkeit hinzukommt, fest, und bilden nach einer längern oder kürzern Reihe von Jahren eine feste Masse, oder Steine. Man kann also die Steine selbst als wirkliche Erden betrachten, welche nur durch ein Bindungsmittel, durch die Feuchtigkeit, fest geworden sind. Wird also umgekehrt der Zusammenhang der Theile in den Steinen aufgehoben, so erhält man auch die Erden wieder, aus welchen die Steine entstanden waren. Man sieht also hieraus, daß in der Chemie und Physik Erden und Steine als gleich bedeutende Ausdrücke gelten. Uebrigens wird unter dem Artikel, **Versteinerung**, angeführet werden, wie die Erzeugung der Steine aus den Erden begreiflich seyn könne.

Stein, bononischer, Bologneser Stein s. **Phosphorus**.

Stein der Weisen, philosophischer Stein (lapis philosophorum s. philosophicus, pierre philosophale). Die Alchimisten haben diesen Nahmen einer Materie gegeben, welche alle unedle Metalle in edle verwandeln, und überdem ein allgemeines Arzneymittel in allen möglichen Krankheiten seyn soll. Man hat sich überhaupt mit dem Problem, die unedlen Metalle in Gold zu verwandeln, seit dem 5ten Jahrhunderte ungemein beschäfftiget, aber nichts ausgerichtet. Und ob man gleich in der neuern Zeit einen weit vernünftigern und wichtigern Gebrauch von der chemischen Kunst zu machen anfing, so hat es doch beständig so genannte Adepten gegeben, die den Stein der Weisen zu erhaschen für möglich hielten. Sie sind aber alle mit Schaden zu spät klug geworden. Eine gleiche Bewandniß hat es mit dem Universalmittel in jeder Krankheit. Ist es wohl möglich, daß nur ein vernünftigdenkender Laye sich überzeugen könne, ein und dasselbe Mittel vermöge zwey Krankheiten zugleich zu heben, welche ganz entgegengesetzte Ursachen zum Grunde haben? — Doch ich zweifle gar nicht daran, daß man von dem Steine der Weisen nicht so viel Wesens würde gemacht haben, wenn nicht die Gewinnsucht vieler Menschen die vor-

züg-

züglichste Triebfeder zu dieser wirklichen Schwärmerey gewesen wäre.

Stein, elastischer, biegsamer Stein (lapis elasticus, pierre élastique). Gewöhnlich besitzen sonst die Steine keine merkliche Elasticität, und lassen sich daher nicht beugen. Sonst waren nur die marmornen Tischplatten bekannt, die im borghesischen Pallaste zu Rom unter dem Nahmen pietra elastica aufbewahret werden. Jacquier [α]) hat sie beschrieben, und Ferber [β]) hält sie für antiken weißen Marmor von körniger Struktur, dessen natürlicher Kitt in einigem Grade verwittert sey. Im Jahre 1784 bekam aber der Baron von Dietrich durch den Mineralienhändler Danz [γ]) ein Stück Stein von 10 Zoll Länge, 2 Zoll Breite und 4 bis 5 Linien Dicke, welches fast an jeder Stelle biegsam war, und wieder zurückschnellte, wenn das eine Ende auf einem Tische gehalten und das andre gehoben ward. Dieser Stein enthielt crystallische quarzartige Körner, welche ins Glas schnitten, und mit dem Stahl Feuer gaben, nebst vielem eingesprengten Glimmer. Diese Steinart bricht in Brasilien in großen Steinlagern. Genauere Untersuchungen, welche Brückner, Crell, Gerhard, Ehrmann [δ]) und besonders Klaproth [ε]) darüber angestellet haben, ergaben, daß diese Steinart ein weißer mit Glimmer vermengter Sandstein sey, welcher aus lauter flachen länglichten Schuppen von großer Härte besteht, die so in einander eingreifen, daß ihre Verkettung Gelenke oder Charniere bildet. Dieser Stein besitzet keine zähe lederartige Beschaffenheit, sondern er schwankt vielmehr mit einem leisen Geräusche hin und her, wenn er in aufrechter Stellung geschüttelt wird.

 Es

α) Gazette litteraire d'Europe d. 12. Sept. 1764.
β) Briefe von Welschland, S. 110.
γ) Rozier Journal de physique an 1784. und Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, B. III. St. 1. S. 53.
δ) Crells chemische Annalen 1784. 1785. 1786.
ε) Schriften der Berlin. Gesellschaft naturf. Freunde, B. VI. S. 325. und Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, B. IV. St. 1. S. 50.

Es liegt also der Grund der Elasticität in der so sonderbaren Zusammenfügung der kleinen Scheibchen, aus welchen die ganze Masse bestehet.

Auch fand im Jahre 1792 **Fleuriau von Bellevue** *) einen elastischen Marmor vom St. Gotthard, dessen Biegsamkeit sehr merklich wird, wenn das Stück 10 bis 12 Mahl mehr länge, als Dicke, besitzet. Wenn alsdann das eine Ende irgendwo befestiget wird, so läßt sich das andere Ende unter einen Winkel von 3° erheben, so daß es nach der Zurückschnellung einen Winkel von 5 bis 6° durchlaufen kann. **Fleuriau** hielt diesen Marmor für einerley mit der borghesischen pietra elastica; allein er erkläret die Elasticität desselben nicht, wie gewöhnlich, aus der Zusammenfügung der demselben beygemischten Glimmer, sondern leitet sie vielmehr nach **Dolomieu** von einem hohen Grade der Austrocknung her, wodurch der Zusammenhang der Theile geschwächt werde.

Dieser Marmor findet sich im Val levantine 7 Stunden vom Wirthshause auf dem St. Gotthard, im Gebirge Campo longo an der Grenze des Val Maggia, und macht hier einen Theil einer ungeheuern Tremolithbank aus. Durch eine chemische Untersuchung ergab sich darin die Hälfte des Gewichtes Luftsäure, ein Drittheil Kalkerde, ein Sechstheil Thonerde und Eisen nebst etwa 0,03 Glimmer.

Herrn **Fleuriau** glückte es, verschiedene Marmorarten und andere Mineralien durch Austrocknung mittelst des Feuers elastisch zu machen. Carrarischen Marmor in Täfelchen von 1½ Linie Dicke, 9 Linien Breite und 30 Linien Länge, 5 bis 6 Stunden lang einer Hitze von 200 Grad Fahr. im Sandbade ausgesetzet, erlanget so die größte Elasticität, die man ihm ohne Verlust seiner Consistenz geben kann. Dadurch wird der Marmor zerreiblich, und zieht das Wasser mit

*) Ueber einige neue biegsame und elastische Steine, und über die Art, verschiedenen Mineralien die Biegsamkeit zu geben, aus dem Journal de physique Août 1792. im Gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, B. VIII. St. 4. S. 41 — 55.

mit großer Begierde in sich, das der Marmor vom St. Gotthard ebenfalls thut. Auch das Volumen wird um etwas vermehret. Wenn eine 15 Zoll lange und 5 Lin. dicke Platte an dem einen Ende befestiget wird, so läßt sich das andere ohne Zerbrechung durch einen Raum von 8 Linien bewegen; dieß gibt also im Ganzen eine Bewegung von 16 Linien, welche einen Bogen von 8½° betragen. Zuweilen ging diese Bewegung bey kleinen Platten bis auf 14°. Die Zurückschnellung des bewegten Endes bringt dasselbe nur durch ⅞ des durchlaufenen Raumes wieder zurück.

Dieser Versuch gelang Herrn **Fleuriau** nur bey den blätterigten Kalksteinen, welche ein crystallinisches nicht erdiges Korn haben. Aus allen Versuchen ergab sich, daß die Biegsamkeit des Kalksteines mittelst der Austrocknung nicht, wie **Dolomieu** behauptet, durch Beraubung des Crystallisationswassers, sondern durch Verminderung des Zusammenhanges der Körner und ihrer Entfernung von einander bewirket werde. Der Stein schien bloß dasjenige Wasser zu verlieren, was ihm als hygroskopische Substanz anhing.

Ueberdem fand auch Hr. **Fleuriau** diese Eigenschaft, biegsam zu werden, bey dem körnigen Kalk-Alabaster, dem tropfsteinartigen Kalksinter aus der Balme de Salanche in Savoyen, und bey einigen Arten Sandstein, deren Bindungsmittel Thon- und Kalkerde ist, oder die ohne Bindungsmittel ganz quarzartig sind. Zu den letztern gehöret der brasilianische elastische Stein, dessen Biegsamkeit **Fleuriau** mehr von den Lagerschichten seiner Körner, als von der Beymischung des Glimmers, herzuleiten geneigt ist. Uebrigens ist es aber nicht bekannt, ob dieser elastische Stein die Wirkung des Feuers oder sonst eine große Austrocknung erfahren hat.

Steinkohle (lithantrax, carbo fossilis, charbon de terre). Die reine Steinkohle ist ein brennbares Fossil von dunkelschwarzer Farbe, spröde, besitzet keinen Geruch und keinen Geschmack, sinket im Wasser zu Boden, brennt mit einem schwarzen Dampfe, und läßt eine Art von

Schlacken zurück. Sie wird zu den Erdharzen gerechnet. M. s. Erdharze.

Sterne (stellae, etoiles). Hierunter begreift man die am scheinbaren Himmelsgewölbe wahrzunehmenden leuchtenden Körper, außer der Sonne und dem Monde. Diese beyden letzten Körper nennt man nicht Sterne, weil sie uns schon mit blosen Augen als beträchtlich große leuchtende Scheiben erscheinen, und die Flächen der Körper erleuchten. Die übrigen Himmelskörper hingegen erscheinen viel kleiner, und diese heißen Sterne. Sonne, Mond und Sterne zusammen werden Gestirne genennt. M. s. Gestirne.

Sternbilder, Sternfiguren (asterismi, constellationes, imagines s. figurae coelestes, asterismes ou constellations). Eins der vorzüglichsten Geschäffte der sphärischen Astronomie ist dieß, daß man sich die Sterne, welche beständig gegen einander einerley Lage haben, und behalten, bekannt mache. Um sie nun zu dieser Absicht desto besser zu unterscheiden und kennen zu lernen, hat man schon von Alters her mehrere benachbarte Sterne zusammen unter mancherley Figuren vorgestellet, und selbige darnach benennet, die sich theils auf wahre Geschichten, theils auf die Fabeln der alten Dichter beziehen, woher eben der Nahme Sternbilder, Asterismen u. s. entstanden ist. Dieser wirklich vortheilhaften Bezeichnung der Sterne bedienet man sich heutzutage noch, und es hat daher die Kenntniß der Bilder und der dazu gehörigen Sterne den Nahmen der Astrognosie erhalten.

Der Ursprung der Sternbilder soll sich nach einer Voraussetzung des Abt Pluche *) von den ersten Völkern herschreiben, welche nach der Sündfluth die Ebene Sinear bewohnten, und besonders die Sterne im Thierkreise in Bilder brachten, die sich auf gewisse vorfallende Begebenheiten der Viehzucht und des Feldbaues bey dem Stande der Sonne

*) Histoire du ciel considerée selon les idées des poëtes, des philosophes et de Moise. Paris 1739. II Tom. 8. Des Herrn Abt Pluche Geschichte des Himmels. Dresden 1740. 8.

Sonne in ihnen bezogen. Hiermit mag es nun aber beschaffen seyn, wie es wolle, so ist doch gewiß, daß die Sternbilder in das höchste Alterthum gehören. Denn es werden schon einige davon im alten Testamente im Buche Hiob *) erwähnt. Ohne Zweifel haben sich derselben als Hülfsmittel, die Sterne kenntlich zu machen, bereits die Phönicier, Chaldäer, Egyptier u. a. bedienet. Auch theilen die Sineser den gestirnten Himmel in eine Menge kleiner Bilder, welche ihnen von ihren ältesten Vorfahren überliefert sind.

Die noch jetzt gewöhnlichen Sternbilder sind von den alten Griechen zu uns gekommen, welche sie vermuthlich von den ältern Völkern angenommen, und mit ihrer eigenen Götterlehre und alten Geschichte in Verbindung gebracht hatten. Das älteste Sternverzeichniß von Hipparch hat nach diesen griechischen Sternbildern seine Einrichtung erhalten, welches der egyptische Astronom Ptolemäus in seinem Almagest aufbehalten hat; daher auch die darin vorkommenden 48 Sternbilder noch bis jetzt die Ptolemäischen genennt werden. Sie sind diese:

I. Zwölf im Thierkreise.

1. Widder	5. Löwe	9. Schütze
2. Stier	6. Jungfrau	10. Steinbock
3. Zwillinge	7. Wage	11. Wassermann
4. Krebs	8. Scorpion	12. Fische

II. Ein und Zwanzig in der nördlichen Halbkugel.

1. der große Bär	8. Pegasus	15. Schlange
2. kleiner Bär	9. kleines Pferd	16. Herkules
3. Drache	10. nördl. Triangel	17. Adler
4. Cepheus	11. Fuhrmann	18. Pfeil
5. Cassiopea	12. Bootes	19. Leyer
6. Andromeda	13. nördliche Krone	20. Schwan
7. Perseus	14. Ophiuchus	21. Delphin

III. Funfzehn in der südlichen Halbkugel.

1. Orion	6. großer Hund	11. Wolf
2. Wallfisch	7. Hydra	12. Altar
3. Eridanfluß	8. Becher	13. südlicher Fisch
4. Haase	9. Rabe	14. Schiff Argo
5. kleiner Hund	10. Centaur	15. südliche Krone

*) Cap. IX. v. 9. Cap. XXXVIII. v. 31. 32.

Conon in Alexandrien hat hierzu das Haar der Bernice gesetzt. Auch das Sternbild des Antinous ist erst später hinzugekommen [α]). Ueberhaupt scheinen mit diesen alten Sternbildern verschiedene Veränderungen vorgegangen zu seyn. So nahm z. B. der Scorpion nach einigen die Stelle der Wage mit ein, und heißt daher nach Aratus das große Thier. Aratus [β]) beschrieb diese Ptolemäischen Sternbilder 250 Jahre vor Christi Geburt in einem Gedichte das Cicero, Cäsar Germanicus und Avienus in lateinische Hexameter übersetzet haben [γ]) Zu den Zeiten des Augusts verfertigte Marcus Manilius ein Gedicht, in welchem er die astrologischen Bedeutungen und Beschreibungen der Sternbilder vortrug, wozu Jos. Scaliger einen sehr gelehrten Commentar voll von astrologischen Aberglauben abfaßte [δ]). Den Ursprung der Fabeln, woher die jedes Sternbild seinen Nahmen erhalten hat, findet man weitläuftig beschrieben beym Comes Natalis in seiner Mythologie, so wie auch beym Hipinus [ε]). Das meiste aus diesen Alten hat kurz Riccioli [ζ]) zusammengetragen

Die neuern Sternkundiger haben aus den kleinern Sternen, welche die Alten hier und da, ohne sie in Bilder zu bringen, zerstreut gelassen hatten und daher sporades, informes nannten, noch mehrere Bilder zusammengesetzet. Tycho de Brahe führte die schon im Alterthum erwähnten Sternbilder, das Haar der Bernice und den Antinous, wieder ein, und Hevel [η]) setzte folgende neue Sternbilder hinzu:

I. Sc...

α) *Gesner* de Deo bono puro phosphoro, in comment. societ. Getting. Tom. IV.

β) φαινόμενα καὶ διοσημεῖα ex ed. *Jo. Felli.* Oxon. 1672. 8.

γ) Astronomicon veterum scripta isagogica graeca et latina. Heidelberg. 1589. 8.

δ) Astronomicon libri V. edit. *Regiomontani.* Norimb. 1473. fol. cum commentar. *Joseph. Scaligeri.* Heidelb. 1590. 8. cura *Bentleii* Argent. 1655. 4. ed. *Bentleii.* 1739. 4.

ε) Poëticon astronomicum cum adnot. *Jo. Schefferi* et *Thom. Mnckeri.* Hamb. 1694. 8. Lib. II.

ζ) Almagestum nouum. Bonon. 1651. fol. lib. VI. cap. III.

η) Firmamentum Sobiescianum. Gedani, 1690. fol.

. Sobieskische Schild	5. Jagdhunde	9. Eidexe
. Eichhorn	6. kleiner Löwe	10. kleiner Triangel
. Cameloparde	7. Luchs	11. Cerberus
. astron. Sextant	8. Fuchs mit der Gans	12. Berg Mönalus

Herr Bode führet an, daß einige neue Sternbilder in er südlichen Hälfte der Himmelskugel, die Taube, das Kreuz, die große und kleine Wolke im Jahre 1679 von A. Royer sollen formirt worden seyn; allein sie stehen bereits uf Bayers im Jahre 1603 gestochenen Sternkarten, auf welche sie auch nicht erst in der Folge nachgestochen seyn önnen, indem sie in dem dazu gehörigen Texte *) angeühret werden.

Die in Europa unsichtbaren südlichen Sterne wurden uerst von den Portugiesischen Seefahrern beobachtet und in Sternbilder gebracht. Nach Bayern, welcher sie im Jahre 603 in seiner Uranometrie anführet, sind sie von dem beühmten Amerigo Vespuci, Andrea Corsali und Petro von Medina am Himmel gesetzet, und vom Pe- rus Theodori genauer bestimmt worden. Sie sind folende zwölf:

. Indianer	5. südl. Triangel	9. Wasserschlange
. Kranich	6. Paradiesvogel	10. Schwerdtfisch
. Phönix	7. Pfau	11. Fliegender Fisch
. Fliege	8. amerikan. Gans	12. Chamäleon

Zu diesen Sternbildern setzte Halley, der im Jahre 675 die südlichen Sterne auf der Insel St. Helena genauer eobachtete, zur Ehre Carls II. die Carlseiche hinzu. De la Caille, welcher vom Jahre 1750 an auf dem Vorebirge der guten Hoffnung Beobachtungen anstellte, fand m südlichen Himmel noch Platz zu 14 neuen Sternbildern, wodurch er zugleich die neuern Erfindungen im Andenken rhalten wollte. Sie sind folgende:

*) Explicatio characterum, Vranometriae tabulis insculptorum. Augustae 1624. 8. p. 89 et 96.

1. Bildhauer-Werkstatt
2. chymischer Ofen
3. Pendeluhr
4. Rautenförmiges Netz
5. Grabstichel
6. Staffeley
7. Seecompaß
8. Seeoctant
9. Luftpumpe
10. Zirkel
11. Lineal und Winkelmaß
12. Teleskop
13. Mikroskop
13. Tafelberg

Außerdem sind aber von Zeit zu Zeit zum Andenken berühmter und merkwürdiger Personen und Erfindungen einzelne neue Sternbilder hinzugekommen. Dahin gehört das lappländische Rennthier nahe am Nordpol zum Andenken der Messung in Lappland, und der Einsiedler, ein Vogel zwischen der Wage und dem Scorpion, von le Monnier; *Messier* (Erndtehüter, custos messium) zwischen der Cassiopea, dem Cepheus und dem Camelopard, dem durch Kometenentdeckungen besonders berühmten Astronomen der Marine Messier zu Ehren, von de la Lande; der poniatowskische Stier über dem Schwanz der Schlange hinter dem Rücken des Schlangenmannes zu Ehren des Königs von Polen, vom Abt Poczobut in Wilna; die Friedrichsehre, ein allegorisches Bild zum Andenken Friedrichs II. an der Hand der Andromeda. Im Jahre 1688 hatte bereits Gottfried Kirch die sächsischen Churschwerdter und den Brandenburgischen Scepter am Himmel gesetzt, welches letztere Herr Bode wieder hergestellet hat. Auch hat der P. Hell *) zu Ehren des Königs von England und zum Andenken des Herrn Herschel noch drey neue Sternbilder, das psalterium Georgianum und zwey Teleskope, in den Thierkreis gesetzt. Auf solche Art kommen immer noch von Zeit zu Zeit neue Sternbilder hinzu, so daß sich die Anzahl derselben nicht genau angeben läßt. Sonst hat man auch den vornehmsten Sternen in diesen Bildern eigene Nahmen gegeben, wie z. B. der Aldebaran im Stiere, Castor und Pollux in den Zwillingen u. s. w. M. s. Fixsterne.

Uebe

*) Monumenta [illegible] ponenda. Vien. [illegible]

Uebrigens werden die Fixsterne, welche die Sternbilder [e]nthalten, mit den Buchstaben des Alphabets so bezeichnet, [d]aß man den größeten oder glänzendsten die ersten, den von [z]weyter, den von dritter Größe und so in der Ordnung fort [d]ie folgenden Buchstaben beyleget. Johann Bayer [b]rachte dieß zuerst in gehörige Ordnung, und bediente sich [d]abey der griechischen Buchstaben, z. B. α des großen Hun[d]es, γ des kleinen Bären u. s. f. und nimmt nur die latei[n]ischen Buchstaben alsdann zu Hülfe, wenn das griechische [A]lphabet für ein Sternbild nicht ausreicht. Diese Bezeich[n]ungsart der Sterne in den Sternbildern behält auch [F]lamstead in seinen großen Himmelskarten bey, und seit [d]ieser Zeit ist sie von den Astronomen ganz allgemein ange[n]ommen worden. Hevel hat sich doch ihrer nicht bedie[n]et, und Doppelmayr, welcher ganz diesem folget, hat [a]ber die Sterne mit dem großen lateinischen Alphabet ganz [a]nders bezeichnet, z. B. A des großen Hundes, C des klei[n]en Bären. Diese Bezeichnungsart ist aber einiger Unbe[q]uemlichkeit ausgesetzt, indem man bey dem häufigen Ge[b]rauche der doppelmayrschen Karten in Deutschland eigene [V]erzeichnisse nöthig hat, in welchen beyderley Bezeichnungs[a]rten mit einander verglichen sind. Dergleichen Verzeich[n]isse enthalten Anleitung zur Sternkenntniß, die unter dem [A]rtikel, Astrognosie, angeführet sind.

Verschiedene haben sich ein Gewissen daraus gemacht, [d]ie heidnischen Nahmen zur Bezeichnung der Sterne zu [ge]brauchen, und daher andere Nahmen zu dieser Absicht [v]orgeschlagen. So bezeichnet ein Patricier zu Augsburg, [J]ulius Schiller α) den Thierkreis mit den zwölf Aposteln, [d]ie nördliche Halbkugel mit Figuren des neuen, und die [sü]dliche mit Bildern des alten Testaments, und Wilhelm [S]chickardt β), Prof. zu Tübingen, gab wenigstens den [ei]nen Sternbildern biblische Bedeutungen. Erhard Wei[ge]l γ), Prof. zu Jena, hingegen, welcher sich um Verfer-
tigung

α) Caelum stellatum christianum. Aug. Vindel. 1627. fol.
β) Astroscopium. Ulm. 1659. [illegible]
γ) Coelum heraldicum. Jen[illegible] [illegible]. 12.

tigung der Himmelsgloben sehr verdient gemacht hat, suchte statt der gewöhnlichen Bilder die Wappen großer Herren am Himmel zu bringen. Allein da man doch die Bilder der Alten kennen lernen muß, so haben alle diese Vorschläge weiter keinen Beyfall gefunden.

Abbildungen von den Sternbildern findet man auf den Himmelskugeln, in den Sternkegeln und besonders auf den Sternkarten.

M. s. **Bode** Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, an verschiedenen Stellen. **Kästner** Anfangsgr. der Astronomie. 4te Aufl. Götting. 1792. 8. §. 112 f.

Sternkarten, Himmelskarten (mappae coelestes s. astronomicae, cartes célestes) sind **Verzeichnungen** der Himmelsflächen mit den Sternen und **Bildern**, oder auch einzelner Theile derselben, auf ebenen Flächen. Diejenigen Karten, welche den ganzen Himmel in zweyen Halbkugeln darstellen, heißen **astronomische Planisphäre** oder **Planigloben** (planisphaeria s. planiglobia coelestia). M. s. **Planisphäre.** Bey diesen Zeichnungen werden gewöhnlich **Polarprojektionen** gebrauchet, wobey entweder die Weltpole oder die Pole der Ekliptik in die Mitte kommen. Kleinere Theile des Himmels werden so abgebildet, als ob sie völlig eben wären, so wie man sonst nicht zu große Theile der Erdfläche entwirft. Eben so lassen sich auch ganze Zonen am Himmel, in Theile zerleget, behandeln, da alsdann die Kreisbogen als gerade Linien abgebildet werden, die entweder mit einander parallel sind, oder auf einander senkrecht stehen.

Für größere Stücke der Himmelskugelfläche ist die bequemste und beste Art der Verzeichnung die **Centralprojektion.** Hierbey wird nämlich angenommen: das Auge befinde sich im Mittelpunkte der Kugel, und betrachte die hohle Kugelfläche. Eine Ebene berühret die Kugel, und auf selbiger bildet die gerade Linie vom Auge durch einen Punkt der Kugelfläche gezogen denselben da ab, wo sie die Ebene trifft. Die Theorie dieser Projektionsart hat **Käst-**

ner

ner α) gelehret. Uebrigens ist es aber leicht zu begreifen, daß auf solche Art nie völlige Halbkugeln, sondern nur Theile derselben abgebildet werden können; auch werden bey gleichen Entfernungen diejenigen Bilder, die näher gegen den Rand liegen, viel weiter ausgedehnet erscheinen, als die gegen die Mitte hin.

Schon die ältern Verfertiger der Landkarten, **Sebastian Münster**, **Ortelius** und andere lieferten Abbildungen der Gestirne in Planisphären, so wie nachher auch **Blaeu**, **Peter Schenk** und **Gerard Valk** u. a. Sie sind aber nicht alle nach richtigen Projektionsarten entworfen. Damahls bediente man sich vorzüglich der so genannten **Astrolabien**. M. s. **Planisphäre**. Richtig gezeichnete, wenn sie mit einer der Polhöhe des Ortes gemäßen Projektion des Horizontes verbunden werden, lassen sich eben so, wie die Astrolabien, zur Auflösung vieler astronomischen Aufgaben gebrauchen. Von dergleichen Art sind die Planiglobien von **Habrecht** β), **Harris** γ), **Bartsch** δ) und andere mehr.

Von den Sternbildern der Alten nach **Tychon's** Verzeichnisse hat bereits im Jahre 1603 **Joh. Bayer** ε) eine vorzügliche Sammlung von Sternkarten auf 51 Kupfertafeln geliefert. Diese Tafeln stellen die hohle Fläche des Himmels vor, da die ältere Planisphäre die erhabene abbildet. Es hätten also auch die Bilder so umgekehret werden sollen, daß sie dem Beobachter gerade so, wie am Himmel, die Vorderseite zuwendeten, da sie ihm auf der Himmelskugel den Rücken zukehren. Allein dieß ist bey den wenigsten geschehen; daher hält beym **Bayer** Herkules die Keule in

α) Acta Acad. Mogunt. ad an. 1776. p. 172.

β) Planiglobium coeleste et terrestre. Argentor. 1628. 4. verteutscht und mit Horizonten vermehrt von Joh. Christ. Sturm. Nürnberg 1660.

γ) Stellarum fixarum hemisphaerium boreale et australe pro anno 1690. 2 engl Fuß im Durchmesser.

δ) Planisphaerium stellatum. Argent. 1624. 4.

ε) Vranometria omnium asterismorum continens schemata, August. Vindel, 1603. fol. rec. Vlm. 1661.

in der linken Hand, und in den meisten Beschreibungen wird dasjenige auf der linken Seite vorgestellet, was beym Ptolemäus auf die rechte gehöret. Dieser Fehler, den Schickardt, Hevel und Flamstead so übel deuteten, hat jedoch weiter keine erhebliche Folgen, wenn man die Seiten der Bilder nicht nach der Rechten und Linken, sondern vielmehr, wie es auch gewöhnlich und bestimmter ist, nach der Ordnung ihres Durchganges durch den Mittagskreis, oder etwa nach der Weltgegend, unterscheidet. Diese bayerschen Sternbilder hat der Benediktiner und Prof zu Salzburg P. Corbinian Thomas α) copirt, und die Stellen der Sterne auf das Jahr 1730 reducirt.

Im Jahre 1690 lieferte Hevel mit seinem Sternverzeichnisse einen Himmelsatlas (firmamentum Sobiescianum s. Vranographia) auf 54 sauber gestochenen Platten, auf welchen die Sternbilder so dargestellet werden, wie sie von außen betrachtet und auf der Himmelskugel erscheinen. Eine jede Platte enthält ein einziges Sternbild mit den Theilen der zunächst angrenzenden Auch kommen hier die südlichen Halley'schen und von Hevel selbst hinzugefügten Bilder mit vor. Nur sind die Sterne der Bilder mit keinen Buchstaben, wie beym Bayer, bezeichnet

Eine weit vollständigere Vorstellung der Sternbilder lieferte Flamstead auf 28 großen Folioblättern, welche zu seiner historia coelesti gehören, und erst nach seinem Tode im Jahre 1729 zu London herauskamen. Man findet darauf 56 Sternbilder, welche zu Greenwich aufgehen, entweder einzeln oder mehrere nahe zusammenstehende auf jedem Blatte, mit allen Sternen seines Verzeichnisses, wobey er Bayers Nomenklatur gebrauchet. Eine ins Kleine gezogene Ausgabe hiervon hat Fortin β) besorgt, die Platten nach Höhe und Breite bis auf ein Drittheil verkleinert mit Beyfügung der neuern Sternbilder von le Monnier und de la Caille, und zwey Planisphäre, welche die hohle Seite

α) Firmamentum Firmianum. August. Vind. 1731. 4.
β) Atlas céleste de Flamstead en 30 Cartes. à Paris 1776.

Seite darstellen; überdem hat er noch eine Karte beygefüget, welche dienet, sich die Sterne durch Zusammenziehung der vornehmsten mit geraden Linien bekannt zu machen.

In Deutschland gab im Jahre 1724 der Prof. Doppelmayr in der Homannischen Officin zu Nürnberg einen astronomischen Atlas von 30 Karten heraus, von welchen zehn (Nro 16 — 25.) eigentliche Sternkarten sind. Vier bilden den Himmel in beyden Halbkugeln oder Hemisphären nach dem Aequator und der Ekliptik getheilet ab, sie sind aber nach keiner richtigen Projektionsart gezeichnet worden. Die sechs übrigen bilden den Himmel auf sechs Ebenen ab, welche die Himmelskugel wie sechs Seiten eines Würfels berühren, so daß zwey dieser Seiten an den Weltpolen, zwey an den Nachtgleichungspunkten, und zwey an dem 90sten und 270sten Grade des Aequators anliegen. Auf jede dieser Ebenen sind die Bilder nach der Centralprojektion des dazu gehörigen Theils entworfen, und so der ganze Himmel auf sechs Karten gebracht, wobey jedoch dieß unbequem ist, daß viele Sternbilder an den Rändern der Karten zerrissen sind. Diese Karten enthalten nach Hevels Verzeichniß 1870 Sterne in 57 Bildern, welche aber statt der bayerschen mit eigenen lateinischen Buchstaben bezeichnet sind. Diese Karten sind wegen des wohlfeilen Preises in Deutschland sehr gebrauchet worden, und empfehlen sich besonders noch durch die Illumination, bey welcher sich die gelben Sterne auf dem blaßblauen Grunde sehr hervorstechend auszeichnen.

Auch hatte schon der P. Pardies [α]) auf sechs nach der Centralprojektion entworfenen Karten den Himmel abgebildet, welche bey Weigeln zu Nürnberg nachgestochen sind.

Herr Bode [β]) hat von der Fortin'schen Ausgabe des Flamstead'schen Himmelsatlas eine deutsche sehr verbesserte Ausgabe besorget. Sie enthält außer den Fortin'schen noch vier neue Karten, wovon zwey diejenigen Theile des Him-

mels,

α) Paris 1674.

β) Vorstellung der Gestirne auf XXXIV. Kupfertafeln, Berlin und Stralsund, 1782. in klein Landkartenformat.

mels, an welchen die meisten Sterne sichtbar sind, so wie die Nebelsterne und Sternhaufen, zwey andere die Himmelskugel für die Zeit der alten Griechen und Römer vorstellen. Die Zahl der Sterne ist nach neuern Beobachtungen bis über 5000 vermehret, und ein vollständiges Sternverzeichniß beygefüget. M. s. Fixsternverzeichnisse.

Im Jahre 1764 lieferte Vaugondy zu Paris zwey Planisphären auf zwey großen Bogen, welche alle alten und neuen Sternbilder der erhabenen Seite der Himmelskugel nach den vollständigsten Verzeichnissen darstellen. Der Grund der Bilder ist roth und die Sterne derselben schwarz abgedruckt. Ueberdieß ist jedes Sternbild noch mit einer Grenzlinie umgeben, welche alle dazu gehörige Sterne einschließt. Eine neue Ausgabe dieser Planisphäre hat Fortin im Jahre 1779 mit vielen Vermehrungen besorget.

Noch zwey andere Planisphäre von 2 Fuß Durchmesser, von dem Capuciner dem P. Chrysologue de Gy, stellen ebenfalls den Himmel auf der erhabenen Seite vor. Sie enthalten eine sehr große Menge auch ganz kleiner Sterne mit Bayers Nomenklatur.

Nach den Vaugondyschen Planisphären hat der Herr Prof. Funk in Leipzig α) zwey große Planisphären 17 Rheinl. Zolle im Durchmesser stechen lassen, nach der weit vorzüglichern Vorstellung, wie die Sterne an der inwendigen Fläche des Himmels stehen. Vom Herrn Bode β) sind auf einer einzigen Scheibe von 23 Rheinl. Zoll im Durchmesser, nach einer stereographischen Projektion der hohlen Himmelskugel vom Nordpole bis zum 38sten Grade südlicher Abweichung, mehr als 3000 Sterne abgebildet worden. Dieselbe Karte mit durchscheinendem Horizonte befindet sich auch bey seiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels. Auch verfertiget Höschel in Augsburg statt des durchscheinenden

Hori-

α) Anweisung zur Kenntniß der Gestirne auf zwey Planiglobien rc. nach Bayer und Vaugondy. Leipz. 1777. 8.

β) Beschreibung und Gebrauch einer allgemeinen Himmelskarte mit einem durchscheinenden Horizont. Berlin 1780.

Horizontes auf Bestellung gläserne Horizonte für jede beliebige Polhöhe.

Vor einigen Jahren hat Herr Bode α) für die Zeiten des Ptolemäus ein Paar Planisphären geliefert, um daraus den Zustand des gestirnten Himmels damahls zu erkennen. Weil man mit Herrn de la Lande annehmen kann, das Sternverzeichniß des Ptolemäus treffe auf das Jahr Christi 63, so hat Herr Bode die Angaben des Berliner Fixsternverzeichnisses auf diese Zeit gebracht, und Bayers Buchstaben beygesetzet. Bey der Vergleichung selbst fand wegen Druck- und Schreibfehler viel Ungewißheit Statt, so daß manchmahl kaum zu errathen war, welchen Stern Ptolemäus gemeint habe. Das erste von den 4 Kapiteln des Textes ist vom Herrn Prof. Fischer in Berlin aus dem Griechischen übersetzet, die übrigen aber sind aus dem Französischen des Herrn Montignot übergetragen, welcher des Ptolemäus Sternverzeichniß nebst den 4 Kapiteln des 7ten Buches vom Almagest in einer Französischen Uebersetzung herausgegeben hat β). Das Verzeichniß selbst enthält zusammen von 10[illegible] Sternen Länge Breite und Größe, und eben das nach den neuern Beobachtungen.

Die Karten selbst sind Polarprojektionen, wobey das Auge in den Polen der Ekliptik sich befindet. Auf solche Art wird durchs Zurückgehen der Nachtgleichen in den Grenzen beyder Hemisphären keine Veränderung bewirket; bloß die Sterne verändern ihre Stellen in Rücksicht der Längen in concentrischen Kreisen. Sie sind auf diesen Karten nach ihrer Stellung für das Jahr Christi 63 verzeichnet. Damahls hatte das γ des Widders 6⅓° Länge und unser Polarstern stand 12° vom Nordpole ab. Die Figuren der Stern-

α) Clau. Ptolemäus Beobachtung und Beschreibung der Gestirne und der Bewegung der himmlischen Sphäre mit Erläuterungen, Vergleichung der neuen Beobachtungen und einem stereographischen Entwurfe der beyden Halbkugeln des gestirnten Himmels für die Zeiten des Ptolemäus. Berlin und Stettin 1795. 8.

β) Etat des étoiles fixe au second siècle. à Strasbourg. 1787. 8.

Sternbilder sollen nach der alten marmornen Kugel im Farnesischen Pallaste in Rom gezeichnet seyn, von welcher Bentley in seiner Ausgabe des Manilius eine Abbildung liefert. Auch sind auf der südlichen Halbkugel die Horizonte von Rom und Alexandrien angegeben.

Ueberdieß sind auch in dieser Schrift noch Tafeln befindlich, welche zeigen, was für Sterne bey der 25716 jährigen Umdrehung der Himmelskugel um die Pole der Ekliptik nach und nach an die Aequinoctial- und Solstitialpunkte, imgleichen an den Nordpol kommen. Man sieht hier, daß für die Jahre 14272 vor, und 11444 nach unserer Zeitrechnung die Wage im Frühlingspunkte stehe, und 15520 vor, 10196 nach unserer Zeitrechnung Deneb im Schwane Polarstern sey.

Die vollständigste Sammlung von Himmelskarten hat endlich Herr Bode seit dem Jahre 1797 im größten Format geliefert, die sich an Vollkommenheit vor allen andern auszeichnet, aber auch etwas kostbar ist.

Besondere Karten über den Thierkreis lieferte Senex in England zu Ende des siebenzehnten Jahrhunderts auf zwey großen Bogen sehr sauber gestochen. Die Sterne sind nach Flamstead's Beobachtungen bis zu 7½ Grad der Breite verzeichnet. Auch Dheulland in Frankreich gab im Jahre 1755 eine Thierkreiskarte heraus, welche die Sterne nach den vollständigsten Verzeichnissen bis zum 10ten Grade der Breite vorstellt, und ist wie die von Senex, von 15 zu 15 Minuten der Länge und Breite nach gitterförmig eingetheilet.

M. s. Bode Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, S. 96 u. f. Kästner Anfangsgründe der Astronomie 4te Aufl. §. 118 f.

Sternkegel (coniglobia, coniglobes) sind zwey niedrige aber weite Kegel, in deren inwendigen Höhlungen die Sternbilder mit ihren vorzüglichsten Sternen verzeichnet sind. Weil die künstliche Himmelskugel nur die erhabene äußere Fläche darstellet, und eine hohle Kugel, um in ihr

Inne-

Inneres sehen zu können, mit Unbequemlichkeit verbunden seyn würde, so hat man zur Vorstellung der hohlen Fläche die Kegel sehr schicklich gehalten, welche sich leicht aus Pappe verfertigen lassen, und zu welchen die Netze sehr leicht zu machen sind. Die beyden innern Flächen der Kegel stellen nun die beyden hohlen Himmelshalbkugeln so vor, daß die Pole in die Spitze und der Aequator in den Umkreis der Grundfläche fallen.

Wilh. Schickards Astroskop [α]), welches in Gestalt einer Kramerdute zusammengerollt werden sollte, scheint schon hierher zu gehören. Auch bemerket **Kästner**, daß das Titelkupfer zu: The works of *Edmund Gunter*. 5te edit. Lond. 1670. außer andern astronomischen Werkzeugen auch eine Kugel mit Sternen, über der ein hohler Kegel hange, enthalte.

Die erstern bekanntern Sternkegel sind die von **Jac. Zimmermann** [β]). Vom Herrn Prof. **Funk** in Leipzig [γ]) erhielt man im Jahre 1770 ein Paar größere Conigloblen, deren Halbmesser der Grundfläche $\frac{5}{6}$ der Höhe beträgt, welche jedoch die Lagen der Sterne nur obenhin vorstellen. Vollkommener sind eben des Herrn Prof. **Funk** neuere Sternkegel [δ]).

So sehr man aber auch die Sternkegel als ein Hülfsmittel, die Sterne in ihrer natürlichsten Stellung kennen zu lernen, angepriesen hat, so bleiben sie doch immer ein sehr unähnliches Bild einer Halbkugelfläche, besonders an der Spitze, wo die Bilder beständig verzerrt und undeutlich erscheinen. Da es überdem eine geringe Einbildungskraft erfordert, die auf einer Kugelfläche gezeichneten Bilder in gehöriger Ordnung an die innere hohle Kugelfläche zu versetzen, so

α) Astroscopium. Vlm 1659. 8.

β) Coniglobium nocturnale stelligerum. Hamb. 1692. Deutsch: Beschreibung der Coniglobiorum etc. Hamburg 1706. 8. verbess. Ausgabe von Klügel. Hamb. 1770.

γ) Anweisung zur Kenntniß der Gestirne vermittelst zweener Sternkegel. Leipz. 1770.

δ) Anweisung zur Kenntniß der Gestirne auf zwey Planiglobien und zwey Sternkegeln. Leipz. 1777.

so scheint es wohl eben nicht der Mühe werth zu seyn, die Himmelskugeln mit den Sternkegeln zu vertauschen.

M. s. Kästner Anfangsgründe der Astronomie. 4te Aufl. §. 119. VIII. IX.

Sternkenntniß s. Astrognosie.

Sternkunde s. Astronomie.

Sternrohr s. Fernrohr.

Sternschnuppen, Sternschießen, Sternschneuzen (stella cadens s. transvolans, étoile tombante, étoile, qui file) heißen kleine leuchtende Körper, welche man bey heitern Nächten bald schneller bald langsamer durch die Atmosphäre schießen, und größtentheils in derselben wieder verschwinden, mannichmahl aber auch auf die Erde herabfallen siehet. Bisweilen haben sie einen langen Schweif nach sich, und scheinen überhaupt nur der Größe nach von den fliegenden Drachen und Feuerkugeln verschieden zu seyn. M. s. Feuerkugel.

In manchen Nächten sind die Sternschnuppen außerordentlich häufig, in manchen aber sehr selten und gar nicht. Besonders beobachtet man sie in warmen Nächten vorzüglich im Frühlinge und Herbste am häufigsten, auch in solchen Nächten sieht man sie in Menge, welche auf schwüle Tage folgen, nach Musschenbroek vornehmlich im August, wenn die größte Hitze vorüber ist. Indessen sind sie auch nicht ganz ungewöhnlich in sehr heitern Winternächten; so beobachtete Kraft *) zu Petersburg am 25sten Nov. 1741 häufige Sternschnuppen bey strenger Kälte, da das Fahrenheit'sche Thermometer auf Null stand. Uebrigens ist noch zu bemerken, wie mir die Erfahrung selbst hinreichend gelehret hat, daß die Sternschnuppen an solchen Orten am meisten wahrgenommen werden, wo beynahe den ganzen Winter über auf Wiesen und Feldern Wasser gestanden, wo überdieß auch die Irrwische, die Feuerkugeln und fliegende Drachen sehr häufig zu finden sind.

Diese

*) Praelectiones phys. Vol. III. p. 320.

Diesen unläugbaren Erfahrungen gemäß scheinen also die Sternschnuppen auf die nämliche Art, wie die Irrlichter, die fliegenden Drachen und die Feuerkugeln zu entstehen. Es ist häufig angeführet worden, daß man die Substanz der auf die Erde gefallenen Sternschnuppen als eine gallertartige gelbliche Materie mit schwarzen Flecken gefunden habe, welche in Papier aufbewahret endlich vertrocknet und hart geworden sey. Dergleichen Beobachtungen findet man beym Gassendi erwähnet. Daß Sternschnuppen auf die Erde herabfallen, ist nun wohl keinem Zweifel unterworfen; allein es ist so leicht nicht, die Stelle genau zu finden, und versichert zu seyn, daß die gefundene Substanz auch wirklich von den Sternschnuppen herrühre. Jetzt ist es aber auch ausgemacht, daß die vorgebliche gallertartige gelbliche Materie nicht von Sternschnuppen herrühre.

Was die Höhe dieses Meteors im Luftkreise betrifft, so hat man Beobachtungen darüber gänzlich vernachlässiget. Brydone α) versichert, er habe auf dem Bernhard in der Schweiz die Sternschnuppen noch eben so hoch im Luftkreise wahrgenommen, als unten auf der flachen Erde. Erst vor einigen Jahren haben die beyden Herren Brandes und Benzenberg angefangen, die Höhen der Sternschnuppen genauer zu beobachten β). Beyde stellten vom 11ten Sept. 1798 bis zum 4ten November, der eine zu Clausberg, der andere anfänglich zu Ellershausen, nachher zu Sesebühl, in einerley Nächten, jeder für sich, über alle ihm vorkommende Sternschnuppen Beobachtungen an. Die Zeit bestimmten sie nach Uhren, die sie immer vorher auf der Göttinger Sternwarte stellten. Hauptsächlich war es ihnen um den Punkt zu thun, wo die Sternschnuppe verschwand. Seinen Ort bestimmten sie anfänglich durch Messung seines Abstandes von zwey bekannten Sternen mit Hülfe eines Winkelmessers, nachher, weil dieß zu viel Zeit erforderte, durch seine bloße Be-

α) Tour through Sicily, Vol. I. lettr. 10.

β) Versuche, die Entfernung, Geschwindigkeit, und die Bahnen der Sternschnuppen zu bestimmen von J. F. Benzenberg und H. W. Brandes. Hamburg 1800. 8.

Bezeichnung in den Sternkarten. Dadurch ergab sich dem gerade Aufsteigung und Abweichung, und vermittelst der Zeit Höhe und Azimuth des Verschwindungspunktes. Da nun auch die Lage und Größe der Standlinie bekannt war, so ließ sich hieraus die Entfernung dieses Punktes bestimmen. Aus Vergleichung der Zeit und der übrigen Umstände der Beobachtung ergab sichs, welche der beyderseits gemachten Beobachtungen als correspondirend angesehen werden konnten. Dergleichen fanden sich unter 402 im Ganzen gemachten Beobachtungen nur 22. In der Folge wurden auch Versuche gemacht, zugleich den Anfangspunkt der Sternschnuppen, und damit die Lage und Länge der Bahn, und die wahre Geschwindigkeit derselben zu bestimmen. Als Resultat von 17 correspondirenden Beobachtungen ergab sich, daß eine der Sternschnuppen mehr als 30 Meilen, 2 über 20 Meilen, 8 über 10 Meilen, und 6 zwischen $1\frac{1}{2}$ bis 10 Meilen von der Erde entfernet waren. Die bey einigen berechnete Länge ihrer Bahn war 7, 8, 9, 10 Meilen, ihre wahre Geschwindigkeiten 4, 5, 6 Meilen in einer Sekunde, bey einer ließ sich der wahre Durchmesser auf etwa 100 Fuß schätzen.

Woher aber die Sternschnuppen entstehen, ist bis jetzt noch nicht zur völligen Gewißheit gekommen. Paracelsus hielt sie für Auswürfe der Gestirne, Merret und Morton gaben sie für leuchtende Excremente der Vögel aus, und Musschenbroek nahm sie für öhlichten Stoff an, welcher durch die Wärme des Tages aufgelöset in die Atmosphäre steige, durch die Kühle des Abends aber verdichtet werde, und entzündet durch seine Schwere herabfalle; indessen ist es hier nicht leicht zu begreifen, wie die Entzündung erfolgen könne.

Der erste, welcher dieses Meteor als eine elektrische Erscheinung betrachtete, war Beccaria [a]). Folgende Beobachtung diente ihm als Beweis dieser seiner Behauptung: als er nämlich mit einem gewissen Freunde eine Stunde nach Sonnenuntergang unter freyem Himmel saß, sahen sie eine Stern-

a) Dell' elettricismo. 1758. 4.

Sternschnuppe gerade auf sie los kommen, bis sie endlich nicht weit von ihnen verschwand, so daß auf ihren Gesichtern, Händen und Kleidern, so wie auf der Erde und allen nahen Gegenständen, eine schwache Erleuchtung zurückblieb, ohne dabey das geringste Geräusch zu bemerken. Da sie hierüber erstaunt waren, kam ein Bedienter aus einem benachbarten Garten, und fragte, ob sie nichts gesehen hätten? ihm sey plötzlich ein Licht erschienen, besonders am Wasser, womit er den Garten begossen habe. Diese Erscheinung schien offenbar elektrisch zu seyn, und Beccaria führet überdem noch an, daß er oft auf seinen papiernen Drachen in der Luft eine Menge elektrischer Materie hinzufahren gesehen habe, welche mit dem Sternschießen sehr viel Aehnlichkeit gehabt habe; überdem sey bisweilen der Drache mit einer Art von Glorie umgeben gewesen, von welcher ein Licht an dem Orte, welchen der Drache verlassen, zurückgeblieben sey. Allein Reimarus [α]) bemerket gegen diese Erklärung ganz richtig, daß sich die Sternschnuppen sowohl in der Entstehung, als auch Bewegung und Wirkung vom Blitze und von allen elektrischen Erscheinungen gar sehr unterscheide. Die Entstehung der Sternschnuppen erfolge bey heiterer windstiller Luft, und in einer viel größern Höhe des Luftkreises als die Wolken; dabey zeige sich offenbar eine entzündete Materie, welche Funken umhersprühe; auch weiche der Weg derselben von der Bahn eines Wetterstrahls gar sehr ab, und suchten nicht die auf der Erde hervorragenden Gegenstände zu treffen.

Von den meisten Naturforschern werden sie für öhlichte oder fette Dünste im Luftkreise ausgegeben, welche entweder wirklich in Brand kommen oder leuchten. Nach Volta [β]) und andern hat vorzüglich die brennbare Luft, welche ihrer Leichtigkeit wegen bis auf die größten Höhen aufsteigt, und in Vermischung mit atmosphärischer Luft einer Entzündung fähig wird, an dieser Erscheinung großen Antheil. Nur

 läßt

α) Vom Blitze. §. 100. 168.
β) Briefe über die Sumpfluft; a. d. ital. Winterthur 1778. 8.

läßt sich hierbey nicht wohl begreifen, auf welche Art die Entzündung derselben erfolgen könne.

Herr **Chladni** *) erkläret die Sternschnuppen auf eine ähnliche Art, wie die Feuerkugeln. M. s. **Feuerkugel.** Nach seiner Meinung unterscheiden sich die Sternschnuppen von den Feuerkugeln nur dadurch, daß ihre eigenthümliche schnelle Bewegung sie in einer größern Entfernung bey der Erde vorbeyführet, so daß sie von derselben nicht bis zum Niederfallen angezogen werden, und folglich beym Durchgehen durch die höchsten Regionen der Atmosphäre entweder nur eine schnell vorübergehende elektrische Erscheinung verursachen, oder auf einen Augenblick wirklich in Brand kommen, welches Brennen aber sogleich wieder aufhöret, wenn sie sich von der Erde abermahls so weit entfernen, daß die Luft zur Unterhaltung des Feuers zu dünn ist. Dieser Erklärung zu Folge müßten die Sternschnuppen ganz eigene, um die Sonne oder um die Erde laufende, Körper seyn, weil offenbar ein solcher Körper, der von unserer Erde entfliehet, keine andere Bewegung, als eine Centralbewegung, annehmen kann. Daraus müßte aber nothwendig folgen, daß sie ganz unabhängig von Ort, Zeit und Witterung wären, welches aber allen zuverlässigen Erfahrungen ganz entgegen ist.

Inzwischen gibt doch Herr **Chladni** auch zu, daß unter diesen leuchtenden Erscheinungen, besonders den niedrigern, einige von ganz anderer Entstehung sind. Manche könnten von elektrischer Natur seyn, oder aus schleimigen, durch Fäulniß aufgelöseten animalischen oder vegetabilischen Theilen entstehen, und sich durch Ausdehnung durch die Sumpfluft, wie kleine Luftbälle zu einiger, nie aber beträchtlichen Höhe erheben.

Herr **Girtanner** ☩) hält die Sternschnuppen wahrscheinlich für gephosphortes Wasserstoffgas, welches sich in der Atmosphäre von selbst entzündet, d. h. mit Sauerstoffe verbindet. Weil nun aber eine hohe Temperatur erfordert wird,

*) Ueber den Ursprung einiger Eisenmassen rc. Leipz. 1794. 4.
☩) Anfangsgründe der antiphlogist. Chemie. Berlin 1795. 8. S. 247.

wird, um den Phosphor in Gas zu verwandeln, so entstünden auch die Sternschnuppen nur bey warmer Witterung.

M. s. *Musschenbroek* introduct. ad philosoph. natural. Tom. II. §. 2505. Priestley Geschichte der Elektricität durch Krünitz. Berl. u. Stralſ. 1772. 4. S. 235.

Sternstunden s. Sternzeit.

Sterntag s. Sternzeit.

Sternzeit, **Zeit der ersten Bewegung** (tempus primi mobilis, temps mésuré par la revolution des étoiles) heißt die Zeitdauer mit ihren Abtheilungen, welche von dem täglichen Umlaufe der Fixsterne um den ganzen Himmel, oder von der täglichen Umdrehung unserer Erde um ihre Axe abhängt.

Wenn man mittelst einer genau gleichförmig gehenden Uhr die Zeit zwischen zwey Durchgängen eines Fixsternes durch den Mittagskreis abmißt, so findet man sie jederzeit eben so groß, als die Zeit zwischen jedem Paare anderer Durchgänge eben dieses Fixsternes, oder auch eines jeden andern Fixsternes. Dieß ist gerade die Zeitdauer, in welcher unsere Erde ihre einmahlige Umwälzung um die Axe vollendet, oder auch der ganze Himmel sich völlig ein Mahl umgedrehet hat. Paul Frisi*) hat in einer Preisschrift gezeigt, daß diese Zeit der Theorie nach, sich beständig gleich bleiben müsse, die Kräfte, welche diese Bewegung verursachten, möchten auch seyn, welche sie wollten. Auch haben die Beobachtungen ohne Ausnahme gelehret, daß diese Bewegung immer gleichförmig von Statten gehe. Dieses uns gleichsam von der Natur dargebotene Zeitmaß wird ein **Sterntag** genennt, welcher in 24 Stunden, jede Stunde in 60 Minuten, jede Minute in 60 Sekunden u. s. Sternzeit eingetheilet wird.

Weil also die Umdrehung des Himmels gleichförmig geschiehet, mithin binnen 24 Sternstunden alle 360 Grade des Aequators durch den Mittagskreis geschoben werden, so folgt, daß in jeder Stunde 15°, in jeder Minute 15',

*) Diss. sur le mouvement diurne de la terre. Berlin 1756.

15′, in jeder Sekunde 15″ des Aequators durch den Meridian gehen; imgleichen, daß jeder Grad, um sich durch den Meridian durchzuschieben, 4 Minuten, jede Minute des Bogens 4 Sekunden u. s. Zeit gebrauchet. Hieraus ist also sehr leicht begreiflich, wie sich Sternzeit in Bogen des Aequators, und hinwiederum Bogen des Aequators in Sternzeit verwandeln lasse. M. s. Aequator.

Wenn Uhren die Sternzeit genau angeben sollen, so müssen sie von dem Zeitmomente einer Culmination eines Fixsternes bis auf den Augenblick der folgenden Culmination eben desselben Sternes genau 24 Stunden zeigen.

Im gemeinen bürgerlichen Leben, wo man sich nach dem Sonnenlaufe richten muß, ist die Sternzeit nicht brauchbar. Bey astronomischen Beobachtungen aber ist sie eben wegen ihrer außerordentlich genauen Gleichförmigkeit der Sonnenzeit weit vorzuziehen. Sonst war es fast allgemeine Gewohnheit, die Beobachtungen am Himmel nach Sonnenzeit anzustellen, und sie in wahrer Sonnenzeit anzugeben. Dadurch ward man genöthiget, die Uhr nach mittlerer Sonnenzeit einzurichten, und die gemachten Beobachtungen auf wahre Sonnenzeit zu reduciren. Es ist aber leicht einzusehen, daß auf solche Art die Arbeit nicht allein ohne Noth vermehret, sondern auch überdem eine neue Quelle mancher Fehler werden könne. Gebrauchet man hingegen bey den astronomischen Beobachtungen genaue Sternuhren, so ist die Reduktion der beobachteten Zeit auf wahre Sonnenzeit ungemein leicht, und dabey weit weniger Gefahr, Fehler zu begehen, als bey dem ersten Verfahren. Die englischen Astronomen fingen zuerst an, zu ihren Beobachtungen Sternuhren zu gebrauchen, und der Herr v. Zach hat bey der Anordnung seiner Sonnentafeln vorzüglich darauf Rücksicht genommen, die unmittelbaren Meridianbestimmungen durch die Sternzeit auch unter den deutschen Astronomen mehr in Gang zu bringen.

Wenn man auf das Vorrücken der Nachtgleichen mit Rücksicht nimmt, so läßt sich noch ein feiner Unterschied

zwischen

zwischen Sternzeit und Zeit der ersten Bewegung machen. Die letztere wäre alsdann diejenige, welche nach den Culminationen der Nachtgleichungspunkte, oder überhaupt der Punkte der Ekliptik abgemessen wird. Weil aber die Nachtgleichen jährlich nur 50″ fortrucken, welcher Bogen 200 Tertien Zeit gebrauchet, um durch den Meridian zu gehen, so ist dieser Tag der ersten Bewegung etwa um $\frac{200}{365}$ oder etwa um $\frac{5}{9}$ einer Tertie kürzer, als der Sterntag; mithin sind für uns Sterntag und Tag der ersten Bewegung nicht zu unterscheiden.

M. s. **Kästner** Anfangsgründe der Astronomie. 4te Aufl. §. 80. 125. XI u. f.

Stetigkeit (continuitas, continuité). Das Wort Stetigkeit gebrauchet man in einem doppelten Verstande: 1) beym Zustande solcher Dinge, die wirklich vorhanden sind oder coexistiren, und 2) bey einer ununterbrochenen Reihe von Zuständen oder Veränderungen der Dinge, die auf einander folgen.

Stetigkeit im ersten Verstande findet da Statt, wo alles erfüllt ist, wie z. B. beym Raume; denn es gibt im Raume keine Stelle, wo nicht ein Theil des Raums anzutreffen wäre. Daher auch in der Geometrie, welche sich mit Ausmessung der Räume beschäftiget, stetige Größen (quantitates continuae) oder solche Größen vorausgesetzet werden, deren Theile so an einander liegen, daß zwischen ihnen nichts gesetzet werden kann, was nicht mit zur Größe selbst gehörte. Hierbey entsteht nun aber die wichtige Frage, ob denn auch in der Natur die Materie den Raum mit Stetigkeit erfülle? Die Erfahrung kann hier ganz und gar nicht entscheiden; es wäre also dieß eine Frage, welche die Metaphysik zu beantworten hat. Nimmt man die atomische Lehre an, so ist es als entscheidend ausgemacht, daß die Materie den Raum nicht mit Stetigkeit erfüllt, und eben hieraus ist es begreiflich, daß man bey der Theilung der Materie zuletzt bey den Atomen stehen bleiben muß. Allein unter dem Artikel **Grundkräfte** ist bereits gezeiget worden, welchen Schwierigkeiten man bey der Erklärung der Naturphänomene nach der atomistischen Lehre ausgesetzet ist. Nach der dynami-

namischen Lehre hingegen, welche nicht nur der Erfahrung nicht widerspricht, sondern vielmehr dieselbe aufs kräftigste zu unterstützen scheinet, muß man annehmen, daß die Materie den Raum mit Stetigkeit erfülle, woher die Theilbarkeit der Materie ins Unendliche begreiflich wird, ob man gleich nicht annehmen darf, daß die endliche Materie aus einer unendlichen Menge von materiellen Theilen zusammengesetzet ist.

Stetigkeit in der andern Bedeutung nimmt man in der Natur da wahr, wo die Veränderung der auf einander folgenden Zustände nicht sprungweise, sondern durch unmerkliche Stufen geschiehet, so daß sie von jedem Zustande zum andern durch alle mögliche dazwischen fallende Zustände übergeht, welche sich als unendlich viele, aber unendlich wenig unterschiedene Stufen betrachten lassen.

Daß alle Veränderungen in der Natur wirklich so allmählig erfolgen, hat man schon von alten Zeiten her angenommen, und durch den Grundsatz: natura non facit saltum, ausgedruckt. In den neuern Zeiten hat man diesem Satze den Nahmen des **Gesetzes der Stetigkeit** (lex continui s. continuitatis) gegeben, und es ist von den meisten als ein in aller Strenge ausgemachtes Naturgesetz angenommen worden. Zu dem Ende hat man allgemein angenommen, daß keine Veränderung von bestimmter Größe in der Natur plötzlich erfolgen könne, sondern jederzeit durch unendlich kleine Stufen gehen müsse. Ja man hat alles für ungeändert gehalten, was mit diesem Gesetze im Widerspruche steht. Wenn es z. B. in der Natur vollkommen harte Körper gäbe, so müßte sich auch beym Stoß derselben die Geschwindigkeit im Augenblicke des Stoßes plötzlich ändern, mithin würde hier eine Veränderung, ohne durch unendlich kleine Stufen zu durchgehen, plötzlich erfolgen, welches dem Gesetze der Stetigkeit entgegen wäre. Daher haben einige daraus gefolgert, daß vollkommen harte Körper an sich unmöglich wären. Da aber die Atomistiker annehmen, daß die Atomen als vollkommen harte gedacht werden müssen, so wäre es in der That ein

Wider-

Widerspruch, das Zusammengesetzte nicht vollkommen hart, und doch die Theile, woraus es zusammengesetzet ist, als vollkommen hart zu betrachten. Man müßte daher entweder die Atomen völlig läugnen, oder die Möglichkeit der an sich vollkommen harten Körper behaupten. Diese Schlüsse, welche **Euler** wider die Atomen machte, haben ihre völlige Richtigkeit, wenn man das Gesetz der Stetigkeit in aller Strenge als wahr annimmt. Allein in solcher Strenge nehmen es gewöhnlich die Atomistiker nicht. Vielmehr suchen sie sich dadurch zu helfen, daß sie annehmen, alles in der Natur, mithin auch Stetigkeit, sey bloßer Schein. Allein wenn nun wirklich erwiesen werden könnte, daß es in der Natur Kräfte gäbe, welche stetig und ununterbrochen wirkten, wie doch selbst die Atomistiker, wenigstens bey der Anziehung, annehmen; so müßte doch nothwendig das Gesetz der Stetigkeit in aller Strenge daraus folgen. Wirklich lehret auch die Erfahrung in unzähligen Fällen, daß die veränderten Zustände in der Natur nur allmählig durch alle mögliche gedenkbare Stufen hindurch, d. i. stetig erfolgen. So muß z. B. der herabfallende Körper alle mögliche Grade der Geschwindigkeit erhalten, ehe er den verlangten Grad bekommt; ein central bewegter Körper krümmt seine Bahn in jedem Augenblicke oder mit Stetigkeit u. s. w. Wie vortrefflich stimmt dieß nicht alles mit der dynamischen Lehre überein. Nimmt man an, daß unsere Erde vermöge ihrer anziehenden Kraft stetig auf die Körper wirke, so fallen nicht allein alle Ungereimtheiten weg, auf die man zuletzt nach der atomistischen Lehre kommen muß (m. s. Attraktion), sondern es beruhen auch alle die erhabensten Rechnungen und Schlüsse daraus, welche doch so schön mit der Erfahrung übereinstimmen, auf einem gewissen Grunde, da im Gegentheil der Atomistiker immer noch in der Irre herumtappt, und doch dabey auch stillschweigend das Gesetz der Stetigkeit annehmen muß, wenn er richtige Resultate erhalten will.

Stickgas, Stickluft s. **Gas, phlogistisirtes.**

Stick-

Stickstoff, Azote, Salpeterstoff (Azoticum, azote) ist ein von den Antiphlogistikern angenommener Stoff, der als Basis des irrespirablen Theils der atmosphärischen Luft, und zugleich als die Basis der Salpetersäure betrachtet wird. **Lavoisier** benannte diesen Stoff mit Azote, welcher von dem privativen α der Griechen und dem Worte ζωη (vita) hergeleitet ist, und daher so viel bedeutet, als **tödtend, ungeschickt zur Erhaltung des Lebens.** Eben dieß druckt das deutsche Wort **Stickstoff** aus. Der Nahme **Salpeterstoff** rührt daher, weil nach dem antiphlogistischen Systeme angenommen wird, daß Stickstoff mit Sauerstoff im gehörigen Verhältnisse verbunden Salpetersäure gebe. Den vorgeschlagenen Nahmen nitrogène verwarf **Lavoisier** dieserwegen, indem man eben sowohl den Ausdruck alcaligène wählen könnte, da dieser Stoff auch einen Bestandtheil des flüchtigen Laugensalzes ausmacht.

Nach dem antiphlogistischen Systeme ist der Stickstoff in großer Menge in der Natur verbreitet. Mit dem Wärmestoffe verbunden gibt er Stickgas, woraus ungefähr $\frac{2}{3}$ der Atmosphäre bestehen. Er macht einen Hauptbestandtheil der thierischen Körper aus, und ist in ihnen mit dem Kohlenstoffe und mit dem Wasserstoffe verbunden, zuweilen auch mit dem Phosphor. Alle diese Stoffe werden in den thierischen Körpern durch den Sauerstoff, mit dem sie verbunden sind, in eine zusammengesetzte Halbsäure verwandelt, zuweilen auch in eine Säure, je nachdem mehr oder weniger Sauerstoff mit ihnen verbunden ist. Mit Sauerstoff macht der Stickstoff das salpeterhalbsaure Gas (nitröse Luft) und die Salpetersäure; mit dem Wasserstoffe macht er Ammoniak (flüchtiges Alkali).

Unter allen Stoffen in der antiphlogistischen Chemie ist der Stickstoff immer noch am räthselhaftesten. Das Stickgas wird durch so viel verschiedene, zum Theil sich sehr unähnliche Mittel erhalten, daß es schwer ist, zu sagen, welches unter allen das eigentlichste Stickgas sey, und den Stickstoff in der größten Reinigkeit enthalte. Was für Eigenschaf-

genschaften Herr **Göttling** bey einer reinen Stickstoffluft erfordert, ist unter dem Artikel, **Gas, phlogistisirtes** angezeiget worden. Durch verschiedene Versuche ist man sogar veranlasset worden, den Stickstoff als ein Unding zu betrachten, und vielmehr dem Stickgas eben so, wie dem dephlogistisirten Gas, Sauerstoff zur Basis zu geben, und den Unterschied beyder Gasarten bloß darin zu setzen, daß im Stickgas Sauerstoff mit Lichtstoff, und im dephlogistisirten Sauerstoff mit Wärmestoff verbunden sey. Die vorzüglichsten Erfahrungen, aus welchen er diese Behauptung gefolgert hat, sind diese. Wenn man Wasserdämpfe durch ein glühendes irdenes Pfeifenrohr gehen läßt, so verwandeln sie sich in Stickgas. Woher dieß Stickgas komme, hat schon den Chemikern viel zu schaffen gemacht, besonders da der Wasserdampf durch glühende Röhren von andern Materien getrieben nicht Stickgas wird, sondern Wasserdampf bleibt. Einige haben dieß so erkläret, der Lichtstoff trete zugleich mit dem Wärmestoffe an den Wasserdampf, und ersterer gebe ein Bindungsmittel ab, welches die beyden letztern in eine chemische Vereinigung bringe, und eben dadurch den Wasserdampf in Stickgas umändere. Andere erklären das Entstehen der Stickluft, wiewohl ganz unrichtig, aus dem Eindringen der äußern atmosphärischen Luft durch das glühende Pfeifenrohr. Noch mehr schien die Vermuthung, daß Stickluft eine wirkliche Verbindung vom Sauerstoff und Lichtstoff sey, folgender Versuch des Herrn Göttling zu bestätigen: es verwandelte sich nämlich reine Lebensluft, durch ein glühendes Pfeifenrohr getrieben, nach und nach völlig in Stickluft um. Inzwischen hat man doch wieder in den neuern Zeiten finden wollen, daß die Ursache der Entstehung des Stickgas nicht in dem Lichtstoffe, sondern vielmehr in dem Pfeifenrohr zu suchen sey, welches an der glühenden Stelle eine merkliche Veränderung erlitten habe. Aus dieser kurzen Anzeige sieht man nun hinreichend, daß man mit dem Stickstoff immer noch nicht ins Reine ist, und daß es sich wohl der Mühe belohnet, noch

mehrere

mehrere und genaue Versuche anzustellen, um endlich etwas Bestimmtes daraus zu erhalten.

Stiefel der Pumpe s. Pumpe, Luftpumpe.

Stillstand der Planeten (stationes planetarum, stations des planetes). Wenn ein Planet in seiner Laufbahn aus dem rechtläufigen Gange in den rückläufigen, oder aus diesem in jenen übergeht, so gibt es beständig eine kleine Zwischenzeit, wo er unmerklich im Thierkreise fortzugehen, oder seine geocentrische Länge nicht merklich zu ändern scheinet. Man betrachtet ihn alsdann **stillstehend** (stationarius, stationnair). Während dieses Stillstandes kann sich seine Breite merklich ändern, wenn er dem Knoten nahe ist. Der Grund von dieser Erscheinung liegt bloß in der Bewegung der Erde, die sich mit der wirklichen Bewegung des Planeten so vereiniget, daß die Gesichtslinien aus der Erde in den Planeten eine Zeit lang eine parallele Lage behalten. Uebrigens gibt sie einen sehr schönen Beweis von der wirklichen Bewegung der Erde ab, da sie im Gegentheil nach der Ptolemäischen Weltordnung nicht anders zu erklären ist, als daß der Planet in seiner Bewegung eine Zeit lang wirklich still stehe.

Stockwerk s. Gang.

Stoff s. Materie.

Stoß der Körper (conflictus s. collisio corporum, percussio, impactus, impulsus, choc des corps, collision, percussion). Ein Körper **stößt** an einen andern, wenn der erstere sich nicht weiter fortbewegen kann, ohne dem andern ruhenden Körper eine Bewegung mitzutheilen, oder auch wohl in der Bewegung des schon bewegten Körpers eine Veränderung hervorzubringen. Geschiehet die Bewegung des Schwerpunktes eines festen Körpers in einer geraden Linie, und es beweget sich der Schwerpunkt eines andern Körpers in eben der geraden Linie, so lassen sich alsdann zwey Fälle unterscheiden, da der Stoß geschehen kann: ein Mahl wenn beyde nach gerade entgegengesetzter Richtung sich bewegen, und das andere Mahl, wenn die

Geschwin-

Geschwindigkeit des vorlaufenden geringer als die Geschwindigkeit des nachfolgenden ist. Man nehme an (fig. 109.), der Körper a habe den Weg e a zurückgeleget, wenn der Körper c in c ankommt, und in diesem Augenblicke berühren beyde einander; so kann nach Beschaffenheit der Körper diese Berührung nur in einem einzigen Punkte, oder in mehreren Punkten geschehen. Man stelle sich nun eine Ebene h i vor, welche die Oberflächen der Körper in b berühret, und es sey durch b eine gerade Linie auf die Ebene senkrecht gezogen; fällt diese gerade Linie mit der Richtung der Bewegung beyder Körper zusammen, so sagt man, beyde Körper **stoßen gerade** an einander; im entgegengesetzten Falle aber stoßen sie **schief** an einander. Wenn beym geraden Stoße die Richtung der Bewegung durch beyder Körper Schwerpunkte geht, so heißt der Stoß ein **centraler Stoß**, sonst aber ein **eccentrischer Stoß**.

Wenn also die Gesetze des Stoßes der festen Körper an einander gehörig erörtert werden sollen, so muß man erstlich darauf sehen, auf wie vielerley Art der Stoß geschehen kann. Dieß geschieht nun auf eine dreyfache Art: 1. zwischen einem sich bewegenden und einem ruhenden, 2. zwischen zwey Körpern, welche sich nach gerade entgegengesetzter Richtung bewegen, und 3. zwischen zwey Körpern, die nach einerley Richtung in der Bewegung begriffen sind. Nachher muß zweytens darauf Rücksicht genommen werden, ob der Stoß in allen diesen Fällen gerade oder schief, und ob er ein centraler oder eccentrischer Stoß sey.

So bald beym centralen Stoße die erste Berührung geschieht, so wird der eine Körper a der Bewegung des nachfolgenden c widerstehen, es mag nun der Körper a entweder in Ruhe oder selbst in Bewegung seyn. In diesem Augenblicke aber muß nothwendig die bewegende Kraft des Körpers c eine Verminderung leiden, folglich seine Bewegung verzögert werden; dem Körper a aber wird dadurch eine beschleunigende Bewegung mitgetheilet, indem dem Körper a ein Theil seiner Bewegung, welche man sich in

der Richtung, die der Richtung des bewegten Körpers entgegengesetzet ist, vorstellen muß, beraubet wird. Wenn nun beyde Körper ursprünglich elastisch sind, so wird die größte Wirkung des Stoßes alsdann erfolgen, wenn der Abstand beyder Schwerpunkte am kleinsten ist, denn alsdann ist die Wirkung und Gegenwirkung am größten.

Da es aber verschiedene Grade der Elasticität gibt, und bey den festen Körpern besonders nicht so wohl ursprüngliche als vielmehr abgeleitete Elasticität Statt findet, so muß auch nothwendig ein Unterschied zwischen den Gesetzen des Stoßes solcher Körper, die den geringsten Grad der Elasticität besitzen, und zwischen den der im höchsten Grade elastischen Körper seyn. Wenn der Stoß eines elastischen Körpers gegen einen andern elastischen erfolget, so strebt jeder von diesem Augenblicke an, seine vorige Gestalt wieder anzunehmen, der voranlaufende vermindert die Geschwindigkeit des nachfolgenden, der letztere aber vermehrt die Geschwindigkeit des erstern noch mehr, bis beyde ihre vorige Figur völlig erhalten haben. Hingegen bey dem Stoße unelastischer Körper wird die Wirkung und Gegenwirkung verursachen, daß beyde Körper eine gleiche Geschwindigkeit erlangen, mit welcher sie sich alsdann fortbewegen.

Uebrigens kann man sich bey der Lehre des Stoßes keinesweges, wie die Atomistiker glauben, die Körper so vorstellen, als wenn sie bloß träge, nicht schwer, wären. Denn hiernach würde man gar keinen Grund angeben können, warum mehr Masse eine größere Kraft erfordere, um ihr eine gleiche Geschwindigkeit mit geringerer Masse mitzutheilen. In solchen Fällen, wo die Wirkung der Schwere an allen Stellen der Bewegung der bewegten Masse sich gleich bleibt, kann man freylich die Schwere außer Acht lassen, wenn es bloß auf Bewegung ankommt; bey der Größe derselben aber muß nothwendig mit auf die Masse gesehen, und folglich die Schwere nicht außer Acht gelassen werden. M. s. Trägheit. Ueberdem läßt sich die Mittheilung der Bewegung, die beym wirklichen Stoße erfolget, nach den

atomistischen Lehre gar nicht einsehen. Denn daß die Bewegung des einen Körpers zum Theil in den andern etwa so übertragen werde, wie man aus einem Glase Wasser in ein anderes füllt, erkläret nichts, weil hier immer noch die Hauptfrage zurückbleibt, wie die Möglichkeit dieses Uebertragens denkbar sey? Man muß sich offenbar vor dem Stoße eine Bewegung des Gestoßenen gedenken, welche der Bewegung des stoßenden gerade entgegengesetzet ist, in welchem Falle man sich erst die vermehrte Bewegung des erstern und die verminderte des andern begreiflich vorstellen kann. M. s. Mittheilung der Bewegung.

Wenn a und c ein Paar unelastische Körper sind, so wird beym centralen Stoße der Druck des Körpers c gegen a gerade so groß seyn, als der Druck des Körpers a gegen c; demnach muß während des Stoßes der Körper c so viel von seiner bewegenden Kraft verloren haben, als der Körper a erhalten hat, und daraus folget der Satz: wenn zwey unelastische Körper an einander stoßen, und nach dem Stoß in einerley Richtung sich fortbewegen, so bleibt die Summe der Bewegungen beyder Körper nach dem Stoße eben so groß, als sie vor dem Stoße war. Bewegen sich hingegen die Körper a und c nach Richtungen, welche einander gerade entgegen gesetzet sind, so wird beym centralen Stoße dem Körper a während des Stoßes so viel bewegende Kraft entzogen, als dem Körper c, weil beyde Kräfte entgegengesetzet sind, und sich folglich aufheben; demnach wird nach dem Stoße der Ueberschuß der größern Bewegung über die kleinere noch eben so groß seyn, als sie vor dem Stoße war.

Gesetze des Stoßes unelastischer Körper.

1. Wenn die beyden unelastischen Massen M und m mit den Geschwindigkeiten C und c gegen einander sich bewegen, also erstere mit der Kraft $= MC$, und die andere mit der Kraft mc, so werden die Bewegungen beyder Massen sogleich aufhören, wenn $MC = mc$ ist; denn alsdann hat man $MC - mc = 0$, mithin hört alle Kraft auf, und beyde Mas-

sen M und m ruhen nach dem Stoße. Wenn hingegen MC grösser als mc ist, so wird nothwendig durch den Stoß die Masse M so viel von der Größe ihrer Bewegung verlieren, als mc beträgt, mithin wird der Masse M noch eine Kraft übrig bleiben, welche $= MC - mc$ ist, womit sie in ihrer Richtung fortgehen will. Allein da ihr die Masse m im Wege liegt, welche ihr widersteht, so muß sie nothwendig einen Theil von dieser Kraft aufwenden, um die Masse m vor sich her zu schieben, also kann die Masse M auch nicht mehr so schnell fortgehen, als wenn die Masse m gar nicht mehr da wäre. Mithin muß die Masse M eine andere Geschwindigkeit $= x$ erlangen, womit nun beyde Massen $M + m$ zusammen fortgehen. Man kann sich also vorstellen, die noch übrige Kraft $MC - mc$ werde nun mit der Kraft $(M + m)x$ sich fortbewegen, so daß also $MC - mc = (M + m)x$ ist, und daraus findet man $x = \frac{MC - mc}{M + m}$, d. h., nach dem Stoße gehen beyde Massen zusammen nach der Richtung fort, nach welcher zuvor diejenige ging, welche die größte Bewegung hatte, und ihre Geschwindigkeit ist $= \frac{MC - mc}{M + m}$.

Wäre m vor dem Stoße in Ruhe gewesen, mithin $c = o$, so würde die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoße $= \frac{MC}{M + m}$, und, wenn $M = m$, oder beyde Massen einander gleich, $= \frac{1}{2}C$ seyn.

Wenn M in Vergleichung mit m unendlich groß ist, so wird nun $x = C - \frac{mc}{M}$, oder die Geschwindigkeit einer unendlich großen Masse wird durch den Stoß unendlich wenig vermindert, und wenn noch die unendlich große Masse in Ruhe, mithin $C = o$ ist, $x = - \frac{mc}{M}$, d. h., die Ge-

schwin-

schwindigkeit ist nach dem Stoße unendlich klein. Ein Schlag mit einem Hammer gegen einen Felsen erläutert dieß.

Wären endlich beyde Massen einander gleich, oder $M = m$, so wird die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoße $= \frac{1}{2}(C - c)$.

2. Wenn sich beyde Massen M und m nach einerley Richtung bewegen, und die nachfolgende M eine größere Geschwindigkeit, als die vorhergehende m besitzet, mithin letzterer irgendwo begegnet, so wird von dem Augenblicke der Berührung an die Masse M die langsamer gehende m schneller fort zu bewegen suchen, so glich einen Theil ihrer eigenen Bewegung verlieren; dagegen wird m eben so viel gewinnen, bis beyde Massen $M + m$ mit gleicher Geschwindigkeit x fortgehen. Mithin ist nun die Größe der Bewegung $x(M + m) = MC + mc$, weil nichts von den Bewegungen verloren gegangen ist; daraus findet man

$$x = \frac{MC + mc}{M + m}, \text{ oder}$$

nach dem Stoße gehen beyde Massen zusammen nach der vorigen Richtung mit der Geschwindigkeit $\frac{MC + mc}{M + m}$.

Wären die beyden Massen einander gleich, oder $M = m$, so ist die Geschwindigkeit nach dem Stoße $= \frac{1}{2}(C + c)$, und, wenn die Geschwindigkeiten beyder Massen sich gleich wären oder $C = c$, so hohlen sie sich nicht ein, und es findet gar kein Stoß Statt.

Die Formel $\frac{MC + mc}{M + m}$ kann man als die allgemeine ansehen, wenn man entgegengesetzte Geschwindigkeiten als algebraische entgegengesetzte Größen betrachtet. Für denjenigen Fall, wo beyde Massen einander entgegen kommen, muß die Geschwindigkeit c negativ genommen werden, alsdann verwandelt sich die Formel in die n. 1. $\frac{MC - mc}{M + m}$.

 3. Die

3. Die veränderten Geschwindigkeiten, die beyde Massen erleiden, indem sich beyde C und c in x verwandeln, sind C — x und x — c, wofür man, statt x den in der allgemeinen Formel gefundenen Werth gesetzt, erhält

$$C - x = m \cdot \frac{C - c}{M + m},$$

$$x - c = M \cdot \frac{C - c}{M + m}$$

Demnach verhalten sich beyde Geschwindigkeiten umgekehrt wie die Massen. Im Fall die Massen einander entgegen kommen, muß bald C + c statt C — c gesetzet werden. Aus diesem Satze folgt auch noch m (x — c) = M (C — x).

4. Die Veränderungen der Bewegung beyder Massen findet man, wenn man die veränderten Geschwindigkeiten durch die Massen M und m multipliciret. Mithin bekommt man für beyde

$$\frac{M\,m}{M + m}\,(C - c),$$

wobey der entgegengesetzten Bewegung ebenfalls C + c statt C — c gesetzet werden muß. Hieraus sieht man also, daß beyde Massen eine gleiche Veränderung ihrer Bewegung erleiden. Die eine gewinnt nämlich eben das, was die andere verliert.

Wenn man Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen algebraisch als solche Größen betrachtet, die einander vermindern, so läßt sich auch der Satz behaupten, daß die Größe der Bewegung unelastischer Massen vor und nach dem Stoße einander gleich bleibet. Sieht man aber arithmetisch alle Bewegung, nach welcher Richtung sie auch geschiehet, als positiv an, so findet dieser Satz nur alsdann Statt, wenn sich die Massen folgen; für den Fall hingegen, da sie sich begegnen, ist die Größe der Bewegung nach dem Stoße der Differenz der Bewegungen vor dem Stoße gleich.

5. Wenn die beyden unelastischen Körper nicht hart, sondern weich sind, so hat dieß auf die Wirkung des Stoßes weiter

weiter keinen andern Einfluß, als daß dabey zugleich die Gestalt der Körper geändert wird, und daß die Veränderung der Bewegung nur nach und nach geschiehet. Denn sobald als sich beyde Körper berühren, so weichen auch die Theile der Berührung zuerst aus, und es geschehen dadurch in beyden Körpern Eindrücke, so daß die Veränderung der Bewegung allmählig erfolgen kann. Das nämliche wird Statt finden, wenn nur der eine Körper weich, der andere aber hart ist; hierbey wird nun bloß der weiche Körper in seiner Gestalt eine Aenderung erleiden. Es gelten also die angezeigten Gesetze nicht allein für harte, sondern auch für weiche unelastische Körper.

Diese Gesetze finden freylich nur ihre Anwendung bey vollkommen unelastischen Körpern. Solche gibt es aber in der Natur nicht; daher muß man bey den Versuchen, wobey Körper vom geringsten Grade der Elasticität, als Bleykugeln, in der Luft gehärtete Thonkugeln u. s. w. gewählet werden, zufrieden seyn, wenn sie die gefundenen Resultate sehr nahe bestätigen.

Gesetze des Stoßes elastischer Körper.

Bey dem centralen Stoße elastischer Körper leiden dieselben anfänglich eben die Veränderung, wie die unelastischen. Da aber die Theile beyder Körper durch den Stoß zusammengedrucket werden, und nachher mit eben der Kraft wieder zurückwirken, so verursachen sie dadurch Veränderungen in den Bewegungen. Bewegen sich nämlich die beyden elastischen Körper a und c (fig. 109) nach der Richtung ae, so werden die Theile der Massen an den Stellen des Stoßes gespannt, rücken also dem Mittelpunkte der Schwere näher. Dieß dauert so lange, bis beyde einerley Geschwindigkeit erhalten haben, und mit welcher sie sich in der Richtung des Stoßenden fortbewegen würden, wenn sie unelastisch wären. In dem Augenblicke aber, da beyde Massen gleiche Geschwindigkeit erlanget haben, ist auch der Eindruck der Massen am größten geworden, und die zusammengedruckten

Theile streben sich wieder in den vorigen Zustand zu versetzen. Demnach verursachet die Elasticität eine neue Wirkung beyder Massen gegen einander. Es ziehen sich nämlich die gespannten Theile mit eben der Kraft in die vorige Lage zurück, und die Wiederherstellung der elastischen Theile bringt die nämliche Wirkung hervor, welche die Spannung der Theile verursachte. Es verlieret also die Masse a von der Zeit der größten Spannung bis zur Zeit der Wiederherstellung gerade so viel von ihrer Bewegung, als sie schon vorher verloren hatte, und die Masse c gewinnt in eben der Zeit so viele Bewegung, als sie schon vorher gewonnen hatte. Wenn also die beyden Massen M und m vor dem Stoße mit den Geschwindigkeiten C und c nach einerley Richtung fortgehen, so würde die Masse M, wenn sie unelastisch wäre, die Geschwindigkeit $m \cdot \frac{C-c}{M+m}$ verlieren (n. 3.); wegen der Elasticität aber verliert sie noch ein Mahl so viel, mithin verliert sie überhaupt

$$\frac{2m(C-c)}{M+m},$$

und behält nach dem Stoße die Geschwindigkeit

$$C - \frac{2m(C-c)}{M+m} = \frac{(M-m)C + 2mc}{M+m} =$$

$$\frac{2(MC+mc)}{M+m} - C$$

$$= 2x - C = V.$$

Eben so gewinnt die Masse m nach dem Stoße die Geschwindigkeit $\frac{M(C-c)}{M+m}$, wegen der Elasticität aber gewinnt sie noch ein Mahl so viel, also ist der ganze Gewinn nach dem Stoße $\frac{2M(C-c)}{M+m}$, also bleibt ihre Geschwindigkeit

c +

$$c + \frac{2M(C-c)}{M+m} = \frac{(m-M)c + 2MC}{M+m} =$$

$$\frac{2(MC + mc}{M+m} - c$$

$$= 2x - c = v.$$

1) Es ist daher die Größe der Bewegung nach dem Stoße
für $M = M(2x - C) = MV$
für $m = m(2xc) = mv$.

2) Diese in der größten Allgemeinheit abgefaßten Ausdrücke fassen folgende Fälle:

a) Wenn beyde Massen M und m nach einerley Richtung sich bewegen, so daß m die vorangehende, und M die nachfolgende ist, so muß c kleiner als C seyn, wenn ein Stoß erfolgen soll. In Rücksicht der Größe der Massen kann es hier drey Fälle geben: die Masse M ist nämlich entweder $= m$, oder größer oder kleiner als m.

Für den ersten Fall, wo $M = m$, wird $V \frac{2Mc}{2M} = c$ und $v = \frac{2MC}{2M} = C$, d. h. beyde Massen bleiben in der vorigen Richtung, sie verwechseln aber ihre vorige Geschwindigkeiten.

Für den zweyten Fall, wo die nachfolgende Masse M die größte ist, bleiben die beyden Geschwindigkeiten V und v positiv, aber v offenbar größer als V, weil $2x - C$ kleiner als $2x - c$ ist. Es gehen also beyde Massen nach einerley Richtung, aber die kleinere geht nun schneller voraus.

Für den dritten Fall, wo die Masse M kleiner als m ist, bleibt v positiv, und die größere vorangehende Masse behält ihre Richtung. Was aber V betrifft, so ist dieß nur alsdann positiv, wenn $2mc > (M - m)C$. Wäre $2x = C$, mithin $V = 0$, so bliebe die nachfolgende Masse nach dem Stoße in Ruhe, und die vorangehende erhielt die Geschwindigkeit $C - c$. Wäre endlich $2x < c$,

 so

so wird nun V negativ, und die nachfolgende kleinere Masse springt nach dem Stoße zurück, jedoch mit der Geschwindigkeit C — 2x, also alle Mahl langsamer, als sie vor dem Stoße ging.

b) Wenn sich die beyden Massen einander begegnen, so ist alsdann c als negativ anzusehen. Nimmt man nunmehr an, daß M jederzeit die größte Bewegung habe, so bleibt auch immer M C > m c, und daher x beständig positiv, folglich wird auch v oder 2 x — c immer positiv, weil c selbst negativ ist. Es muß also diejenige Masse, welche die geringere Bewegung besitzet, nach dem Stoße die positive Geschwindigkeit = 2 x + c erhalten, da sie vor dem Stoße negativ war, d. h. die geringer bewegte Masse muß jederzeit nach dem Stoße zurückspringen; und zwar mit größerer Geschwindigkeit, als sie anstieß.

Die Masse M, welche die größere Bewegung hat, kann entweder = m, oder kleiner oder größer als m seyn. Im ersten Falle wäre $V = -\frac{2mc}{2m} = -c$ und $v = \frac{2Mc}{2M} = C$, d. h. beyde Massen springen nach dem Stoße mit verwechselter Geschwindigkeit zurück.

Im andern Falle, wo M < m, muß nothwendig C sehr groß seyn, weil es mit der kleinern Masse M dennoch die größere Geschwindigkeit hervorbringen soll. Hier ist C allezeit größer als 2 x und auch größer als c; daher wird 2 x — C oder V negativ, und sein arithmetischer Werth C — 2 x kleiner als C, d. h. die stärker bewegte kleinere Masse springt ebenfalls zurück, aber mit geringerer Geschwindigkeit, als sie anstieß.

Im dritten Falle endlich, wenn M > m, so kann die Masse M nur alsdann zurückspringen, wenn 2x < C ist. Wäre 2x gerade so groß, als C, so bleibt M nach dem Stoße in Ruhe, und m springt nach dem Stoße mit C + c zurück.

zurück. Wenn endlich $2x > C$, so behält M die Richtung, die es vor dem Stoße hatte.

Für solche, welche sich in der gehörigen Substitution der algebraischen Zeichen leicht irre machen lassen, ist es für den Fall, wo beyde Massen einander entgegen laufen, besser, in der angeführten Grundformel statt c gleich ihren wahren Werth $-c$ zu setzen, da man alsdann erhält

$$V = \frac{(M - m) C - 2mc}{M + m} = 2x - C, \text{ und}$$

$$v = \frac{(M - m) c + 2MC}{M + m} = 2x + c,$$

in welchen Formeln jederzeit die arithmetischen positiven Werthe von C und c zu setzen sind.

3) Wenn die beyden Massen, die gegen einander laufen, vor dem Stoße eine gleiche Bewegung besaßen, oder es war $MC = - mc$, so wird $x = 0$, und daher $V = - C$, und $v = + c$, d. h. eine jede Masse springt mit ihrer vorigen Geschwindigkeit zurück.

4) Ist die Masse m vor dem Stoße in Ruhe, mithin $c = 0$ gewesen, so wird V nach dem Stoße $= \frac{(M - m)C}{M + m}$, und $v = \frac{2MC}{M + m}$. Ist nun $M = m$, so wird $V = 0$, und $v = C$, oder die stoßende Masse kommt zur Ruhe, und die gestoßene geht mit der Geschwindigkeit der stoßenden fort. Ist aber $M > m$, so bleibet V positiv, und die Bewegung von M geht in der nämlichen Richtung fort, als sie anstieß: ist endlich $M < m$, so wird V negativ, und die Masse M springt zurück.

5) In der oben angeführten allgemeinen Formel hatte man

$V = 2xC$ und

$v = 2xc$, mithin

$v - V = C c$, oder die Differenz der Geschwindigkeiten ist vor und nach dem Stoße gleich. Dieser Satz gilt aber nur, wenn eine Geschwindigkeit nach entgegengesetzter

Richtung

Richtung als eine vermindernde algebraisch betrachtet wird. Nimmt man aber überhaupt alle Geschwindigkeit als gleichartig an, so gilt der Satz arithmetisch nur, wenn beyde Massen vor und nach dem Stoße nach einerley Richtung sich fortbewegen.

Gehen beyde Massen vor und nach dem Soße nach verschiedenen Richtungen so ist alsdann v dem V und c dem C entgegengesetzet, und man hat $v + V = C + c$, oder die Summe der Geschwindigkeit ist vor und nach dem Stoße einander gleich.

Gehen aber die Massen vor dem Stoße nach verschiedenen, nach dem Stoße aber nach einerley Richtung, so ist alsdann nur c dem C entgegengesetzet, und es wird $v - V = C + c$, oder die Differenz der Geschwindigkeiten nach dem Stoße ist gleich der Summe der Geschwindigkeiten vor dem Stoße.

Gehen endlich die Massen vor dem Stoße nach einerley, nach demselben aber nach verschiedenen Richtungen, so ist nur v dem V entgegengesetzet, und man hat $V + v = C - c$, oder die Summe der Bewegungen nach dem Stoße ist der Differenz der Bewegungen vor dem Stoße gleich.

6) Wenn die beyden Massen einander entgegen laufen, so nähern oder entfernen sie sich von einander mit der Summe ihrer Geschwindigkeiten; gehen sie aber nach einerley Richtung, so nähern oder entfernen sie sich von einander mit der Differenz derselben. Vergleichet man dieß mit den n. 5. angeführten Fällen so wird man überall finden, daß sich die Massen nach dem Stoße mit eben der Geschwindigkeit von einander entfernen müssen, mit welcher sie sich vor dem Stoße einander näherten. Folglich bleibt die relative Geschwindigkeit vor dem Stoße noch eben so groß als nach demselben. So haben z. B. die Massen eine Sekunde vor und eine Sekunde nach dem Stoße einerley Entfernung von einander.

7) Die Masse M hatte vor dem Stoße die Geschwindigkeit C, nach dem Stoße aber $2x - C$, folglich erlitt die

die erstere die Veränderung $C - (2x - C) = 2C - 2x$; die Masse m aber besaß vor dem Stoße die Geschwindigkeit c, nach dem Stoße $2x - c$, mithin erhielt die Geschwindigkeit c die Veränderung $2x - c - c = 2x - 2c$.

8) Nach n. 1. war $MV = 2Mx - MC$ und

$$mv = 2mx - mc \text{ mithin}$$

$$MV + mv = 2(M + m)x - MC - mc$$

Es ist aber $MV + mv = MC + mc$, folglich wird

$$MV + mv = 2MC + 2mc - MC - mc = MC + mc, \text{ d. h.}$$

die algebraische Summe der Bewegungen bleibt vor und nach dem Stoße gleich, wenn nämlich die Bewegung nach entgegengesetzter Richtung als eine vermindernde betrachtet wird. Nimmt man aber jede Bewegung arithmetisch als gleichartig an, so ist dieser Satz nur alsdann wahr, wenn beyde Massen vor und nach dem Stoße nach einerley Richtung sich bewegen; gehen aber beyde Massen vor und nach dem Stoße nach verschiedenen Richtungen, so ist die Differenz der Bewegungen vor und nach dem Stoße einander gleich; gehen sie endlich vor dem Stoße nach verschiedenen, nach denselben aber nach einerley Richtung, so ist alsdann die Differenz der Bewegungen vor dem Stoße der Summe der Bewegungen nach dem Stoße gleich. Mit einem Worte, es erfolget hier alles gerade so, wie bey n. 5.

Es ist also ein offenbar falscher Grundsatz, den Cartesius *) behauptet, daß in der Welt beständig einerley Größe der Bewegung erhalten werde. Denn im algebraischen Sinne hat Cartesius ihn gewiß nicht genommen, wo die Bewegung nach entgegengesetzter Richtung als verneinend betrachtet wird, und überhaupt wäre es auch sehr unschicklich gewesen, ihn in der Natur so zu nehmen.

9) Die allgemeinen Werthe von n. 1. geben noch

MV²

*) Princip. philosoph. Part. II. prop. XXXVI.

$$MV^2 = MC^2 - 4MCx + 4Mx^2$$

$$mv^2 = mc^2 - 4mcx + 4mx^2$$, folglich

$$MV^2 + mv^2 = MC^2 + mc^2 - 4(MC + mc)x + 4(M + m)x^2$$

aber $(M + m)x = MC + mc$, mithin

$4(M + m)x^2 = 4(MC + mc)x$, und daraus findet man

$$MV^2 + mv^2 = MC^2 + mc^2$$, d. h.

die Summen der beyden Produkte aus den Massen in die Quadrate der Geschwindigkeiten sind vor und nach dem Stoße gleich groß. Bey diesem Satze hat man in allen besondern Fällen gar keine Rücksicht auf die Zeichen + oder — zu nehmen; indem Quadrate der Geschwindigkeiten und Massen beständig positiv sind, die Bewegungen mögen nach Richtungen erfolgen, nach welchen sie wollen. Demnach ist dieser Satz ganz allgemein wahr, und die Zweydeutigkeit, welche sonst wohl bey algebraischen Summen Statt finden kann, fällt hier gänzlich weg.

Diesen wirklich merkwürdigen Satz suchte Johann Bernoulli unter dem Nahmen des Grundsatzes der Erhaltung lebendiger Kräfte noch allgemeiner zu machen. Er dachte sich nämlich in jedem bewegten Körper eine Thätigkeit zur Wirkung, die dem Produkte der Masse in das Quadrat ihrer Geschwindigkeit proportional ist, und die er lebendige Kraft nannte. Die Summe dieser lebendigen Kraft blieb nun beym Stoße elastischer Körper ungeändert, so wie dieß auch in vielen andern Fällen Statt findet; und dieß gab Bernoulli'n die Veranlassung, diesen Satz als ein allgemeines Naturgesetz anzunehmen: in der Körperwelt werde beständig eine gleiche Summe lebendiger Kräfte erhalten, oder es gehe keine lebendige Kraft verloren. Was aber hiervon zu urtheilen sey, ist bereits unter dem Artikel, Kraft, lebendige, angeführet worden.

10) Bewegen sich die Massen M und m mit den Geschwindigkeiten C und c, so geht ihr gemeinschaftlicher Schwer-

Schwerpunkt mit der Geschwindigkeit $x = \frac{MC + ma}{M + m}$ fort. Nach dem Stoße wird vermöge n. 8. $MV + mv = Mc + mc$, und diese Ausdrücke durch $M + m$ dividiret, geben die Geschwindigkeit des Schwerpunktes nach dem Stoße ebenfalls $= x$, gerade so groß und in eben der Richtung, wie sie vor dem Stoße war. Es wird also der Zustand des gemeinschaftlichen Schwerpunktes vor und nach dem Stoße nicht geändert, und wenn man sich die Summe der Massen $M + m$ in ihm vereinigt vorstellet so ist die Größe der Bewegung des gemeinschaftlichen Schwerpunktes vor und nach dem Stoße gleich, nämlich $(M + m)\,x$. Auf diese Art haben die Anhänger des Cartesius seinen n. 8. angezeigten Grundsatz zu vertheidigen gesuchet. Johann Bernoulli [α]) nennt den Ausdruck $(M + m)\,x$ Größe der Richtung (quantité de direction). Er gibt eigentlich die algebraische Summe der Bewegungen an, und ist daher mit Cartesens Behauptung, bey welcher nur von arithmetischer Summe die Rede ist, nicht einerley.

Die drey merkwürdigen Sätze n. 6. 9. 10, die als besondere Erhaltungen anzusehen sind, veranlaßten Bernoulli zu sagen [β]), es scheine sich die Natur bey den Gesetzen der Bewegung der Geometrie bedienet zu haben. Aus einem jeden Paare dieser Sätze folgt jederzeit das dritte.

11) Liegen mehrere Massen M, m, μ u. s. f. hinter einander, und es kommt M mit der Geschwindigkeit C gegen die ruhende Masse m an, so geht diese vermöge n. 4. mit der Geschwindigkeit $\frac{2MC}{M + m} = v$ fort, mit dieser stößt sie an die ruhende dritte μ, die also nur mit der Geschwindigkeit $\frac{2mv}{m + \mu}$ fortgeht u. s. w. Diese Geschwindigkeit ist eine ganz andere, als die Masse μ würde erhalten haben,

wenn

α) Discours sur le mouvement. chap. IV. §. 8. in opp. Tom. III. p. 32.
β) Disc. sur le mouvem. chap. X.

wenn sie gleich von M ohne dazwischen liegender m würde gestoßen seyn. Denn durch die Dazwischenkunft mehrerer Massen wird die Geschwindigkeit vergrößert, wenn die nachfolgenden Massen kleiner; vermindert, wenn sie größer werden. Durch Hülfe der Differenzialrechnung findet man, daß die Vermehrung der Geschwindigkeit ein Größtes werde, wenn die Massen der Körper in geometrischer Progression abnehmen.

Ließe man die Massen in dieser Progression $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}$ u. s. abnehmen, und die erste mit der Geschwindigkeit 1 an die zweyte, diese an die dritte u. s. w. stoßen, so würde die zweyte $\frac{4}{3}$, die dritte $\frac{16}{9} = (\frac{4}{3})^2$, die vierte $\frac{64}{27} = (\frac{4}{3})^3$ u. s. f. die hundertste $(\frac{4}{3})^{99}$ Geschwindigkeit erhalten. Diesen merkwürdigen Fall führt schon Huygens in seiner Schrift: de motu corporum ex percussione, zum Beschluß derselben an. Er fand aber durch einen Rechnungsfehler, daß die letzte Masse mit einer Geschwindigkeit fortgehen würde, die 1476000000 mahl größer, als die Geschwindigkeit der ersten Masse sey. Mit Hülfe der Logarithmen findet Johann Bernoulli diese Geschwindigkeit über 2338500000000 mahl größer, als die der ersten Masse.

12) Sind die Massen, welche hinter einander liegen, gleich groß, und man läßt die erste mit einer gewissen Geschwindigkeit an die zweyte stoßen, so springt die letzte mit der nämlichen Geschwindigkeit ab, und alle mittlere bleiben in Ruhe. Läßt man ferner die beyden erstern Massen an die dritte stoßen, so springen alsdann die beyden letzten ab, und die mittlern bleiben ruhig; läßt man weiter die drey ersten Massen gegen die vierte stoßen, so springen nun die drey letzten ab, und die übrigen bleiben in Ruhe u. s. w.

13) Wenn die Massen vollkommen unelastisch sind, so ist die Aenderung ihrer Geschwindigkeiten C — x und x — c; sind sie aber vollkommen elastisch, so ist diese Aenderung 2(C — x) und 2(x — c). Allein in der Natur gibt es weder vollkommen unelastische, noch vollkommen elastische

Massen.

Massen. Man kann daher für wirkliche Massen in der Natur allgemein setzen

$$\alpha(C - x) \text{ und } \alpha(x - c),$$

wo α für vollkommen unelastische Massen $= 1$, für vollkommen elastische $= 2$ zu nehmen ist, und für natürliche Körper würde α zwischen 1 und 2 fallen. Wenn z. B. die von der Elasticität der Körper herrührende Aenderung nur halb so groß wäre, als sie bey vollkommen elastischen Körpern seyn müßte, so würde nun $\alpha = \frac{3}{2}$ seyn. Gewöhnlich werden die Bleykugeln für unelastische, die elfenbeinernen für elastische Körper angenommen; aber keines von beyden ist in aller Strenge wahr, mithin bleibt die erstere α nur nahe 1, für diese nahe 2. Uebrigens scheint es selbst noch viel auf die Theile der elastischen Körper anzukommen; sind diese, so klein sie auch angenommen werden, noch elastisch, so werden auch die ganzen Körper mehr oder weniger Elasticität zeigen, mit je größerer oder geringerer Geschwindigkeit sie anstoßen; in diesem Falle hängt nun α von $C - c$ ab. In der Anwendung hat aber diese Lehre noch seine großen Schwierigkeiten [a]).

Aus diesen angeführten Gesetzen könnten noch eine Menge wichtiger Folgen abgeleitet werden, die aber hier in zu große Weitläufigkeiten führen würden. Ich bin daher genöthiget, auf diejenigen Schriften zu verweisen, die weitläufiger davon gehandelt haben.

Zur Bestätigung dieser Gesetze durch Versuche dient Mariotte's durch Nollet verbesserte Maschine. M. s. Percussionsmaschine.

Geschichte dieser Gesetze.

Aristoteles, welcher Druck und Stoß sehr wohl von einander unterschied, hatte die Frage berührt, woher es komme,

a) Lambert Anmerk. über die Gewalt des Schießpulvers. Berl. 1766. §. 24–27. Hennert in den Haarlemer Verhandelingen 1775. übers. von Kästner. Alt. 1785. 8. B. 1. St. 1.

komme, daß ein sehr großer Druck auf den Rücken eines Beils so wenig wirken könne, da doch oft durch einen geringen Hieb damit so viel auszurichten sey? Galilei, welcher dieß ebenfalls in seiner Mechanik anführet, schließt daraus, daß die Kraft des Stoßes unendlich in Vergleichung mit der Kraft des Drucks sey. Für diesen besondern Fall des Stoßes stellte der P. Mersenne [a]) einige Untersuchungen an, die er äußerst schwer nennt. Er glaubte durch Versuche gefunden zu haben, daß die Kraft des Stoßes dem Produkte der Masse in ihrer Geschwindigkeit gleich sey, welches er hernach mit Cartesius als das Kräftenmaß annahm. Außer diesem besondern Falle des Stoßes, der sich bloß auf die Schätzung der Kraft desselben gründet, hatte bis auf Cartesius kein einziger an allgemeine Gesetze des Stoßes der Körper gedacht. Erst Cartesius scheint bemerkt zu haben [b]), daß es dergleichen geben müsse, und bemühete sich, selbige fest zu setzen. Allein er war hierin nicht glücklich. Eine Vorliebe gegen gewisse metaphysische Begriffe verleitete ihn zu lauter irrigen Folgen. Er bauete die Gesetze des Stoßes auf folgende beyde Grundsätze: 1. daß in der Welt beständig einerley Größe der Bewegung erhalten werde, und 2. daß ein jeder Körper an sich eine Kraft besitze, in seinem vorigen Zustande zu beharren, mithin zu ruhen, wenn er ruhet, und in Bewegung zu bleiben, wenn er beweget ist. Den ersten Satz leitet Cartesius davon her, weil die Gottheit selbst, als ein unveränderliches Wesen, zu keiner Zeit mehr oder weniger Bewegung, als zur andern hervorbringen könne, und die ein Mahl hervorgebrachte Bewegung, so wie die ein Mahl erschaffene Materie erhalten müsse. Es ist aber schon oben gezeiget worden, daß dieser Satz beym Stoße nur in einem gewissen Sinne wahr sey, nämlich alsdann, wenn man Größe der Bewegung nach einerley Richtung versteht, nicht aber wenn von der Größe der Bewegung nach entgegengesetzten

a) Tract. mechan. theoret. et practic. Paris. 1644. 4. prop. XXV. XXVI.
b) Princip. philosoph. Pars II. prop. 46 sq.

setzten Richtungen die Rede ist. Was den zweyten Satz betrifft, so liegt darin ein doppelter Fehler. Er behauptet nämlich da Kraft, wo bloß Trägheit ist. Cartesius glaubte zwar mit Recht, wie aus verschiedenen Stellen seiner Briefe erhellet, daß der Körper bloß wegen seiner Trägheit einem ankommenden Körper nicht widerstehen könne, allein er nahm unrichtig die Kraft, die hierzu erfordert wird, zugleich als diejenige an, welche den Körper in Ruhe, wenn er ruhet, und in Bewegung erhält, wenn er beweget ist. Denn hierzu ist schon das bloße Unvermögen des Körpers sich selbst zu bestimmen, d. i. Trägheit hinreichend. M. s. Trägheit. Zweytens wendet auch Cartesius diesen Satz unrichtig so an, daß nach ihm Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen nicht entgegengesetzte Zustände sind, sondern zu einerley Zustand gehören. Daher legt er dem bewegten Köper an sich eine Kraft bey, seine Bewegung rückwärts fort zu setzen, wenn er vorwärts zu gehen durch irgend Etwas aufgehalten würde. Allein dieß ist offenbar dem richtigen Begriffe entgegen, daß nur alsdann Bewegung nach entgegengesetzter Richtung erfolgen könne, wenn die erstere Bewegung vernichtet, und nun erst durch Ruhe in diese Bewegung übergegangen ist. Die bloße Unmöglichkeit, die vorige Bewegung fort zu setzen, kann gar keinen Grund von der Verwandlung einer Bewegung in die entgegengesetzte enthalten. Aus diesen seinen beyden Grundsätzen leitet nun Cartesius folgende Gesetze ab.

1. Wenn sich zwey gleiche Körper mit gleichen Geschwindigkeiten nach gerade entgegengesetzten Richtungen bewegen, so gehen sie mit eben der Geschwindigkeit wieder zurück.

2. Ist der eine Körper nur etwas weniger größer als der andere, und beyde kommen mit gleichen Geschwindigkeiten gegen einander, so geht nur der kleinere zurück, und beyde bewegen sich mit gleicher Geschwindigkeit fort.

3. Wenn zwey gleiche Körper mit ungleichen Geschwindigkeiten sich begegnen, so geht nur der langsamere zurück,

und beyde bewegen sich nur mit der halben Summe ihrer vorigen Geschwindigkeiten fort.

4. Wenn ein kleinerer Körper gegen einen größern ruhenden sich beweget, so wird nur der kleinere mit seiner ganzen Geschwindigkeit zurückgetrieben, und der größere verbleibet im Zustande der Ruhe.

5. Wenn ein größerer Körper M gegen einen kleinern ruhenden m stößt, so wird auch dem ruhenden Körper eine Bewegung mitgetheilet, und beyde gehen zusammen mit einer Geschwindigkeit fort, welche im Verhältnisse M + m : m vermindert ist.

6. Wenn der eine von zweyen gleichen Körpern gegen den andern ruhenden sich beweget, so geht der erstere mit verminderter Geschwindigkeit zurück, und der andere wird fortgetrieben. Käme z. B. der bewegte Körper mit 4 Grad Geschwindigkeit an, so theilet er dem ruhenden einen Grad mit, und mit 3 Graden geht er wieder zurück.

7. Wenn sich zwey Körper M und m nach einerley Richtung bewegen, der vorangehende m aber langsamer und der nachfolgende M geschwinder, und m wäre größer als M, jedoch die Größe der Bewegung in M größer als die in m, so theilet nun M dem Körper m eine Bewegung mit, so daß sie beyde nachher mit gleicher Geschwindigkeit nach einerley Richtung fortgehen. Wäre hingegen die Größe der Bewegung in m größer als in M, so springt nun der Körper M zurück, und behält seine vorige Bewegung.

Weil Cartesius harte Körper von elastischen nirgends unterscheidet, und überdem durch harte Körper alle feste Körper im Gegensatze mit den flüssigen versteht, so scheinet es, als ob diese Gesetze für alle feste Körper überhaupt gelten sollten. Allein es ist kein einziges von diesen Gesetzen ganz richtig. Auch ist Cartesius unter andern besonders von Dechales *) sehr gut widerleget worden. Die erste Regel gilt nur für höchst elastische Körper, für andere aber nicht; die zweyte und dritte Regel finden für gar keine Körper

*) *Renati Descartes* epistolae. P. I. Amst. 1668. 4. epist. CXVII.

per Statt; die vierte kann spielend widerleget werden; die fünfte findet ihre Anwendung nur bey unelastischen Körpern; die sechste und siebente endlich sind ganz falsch. Montucla, welcher sonst den Cartesius mit vielen Lobeserhebungen herausstreicht, bewundert doch die Gelehrigkeit seiner Schüler, welche solche Sätze hätten glauben können. Auch hatte ihm sein Schüler Clerselier, der nachmahlige Herausgeber von seinen Briefen, Einwendungen gemacht, die er aber sehr unverständlich beantwortet hat. Auch war dem Cartesius nicht unbekannt, daß ein größerer ruhender Körper durch den Stoß von einem kleinern gegen ihn bewegten wirklich in Bewegung versetzet werde. Allein in seinen Principien (Part. II. prop. 56. 57.) sucht er solche Bewegungen aus dem gestörten Gleichgewichte in den umgebenden flüssigen Mitteln zu erklären, und meinet, daß alle Versuche, die ihm entgegen wären, nichts gegen ihn bewiesen, indem man überhaupt in Ansehung der Bewegung der Körper nichts Bestimmtes festsetzen könne, weil es keine vollkommen festen Körper gebe und die umgebenden Mittel überall mitwirkten.

Cartesius, welcher sonst ein großer Mathematiker war, würde ohne Zweifel das Irrige seiner vorgetragenen Gesetze eingesehen haben, wenn ihn nicht seine Wirbel auf einen Standpunkt hingerissen hätten, aus welchem er wenig Wahrheiten erblicken konnte. Uebrigens erhellet aus einigen Stellen seiner Briefe, daß er das vierte Gesetz selbst nicht alle Mahl geglaubet habe. So führet er in einem Briefe an den P. Mersenne (Tom. II. epist XCIV.) gerade das Gegentheil an, indem er meinet, daß eine jede noch so große ruhende Masse durch den Stoß einer sehr kleinen zum wenigsten erschüttert werde: credo, sagt er, totam terrae molem a deambulante homine aliquantisper commoveri, quia nunc hanc, nunc illam partem grauat. In einem andern Briefe an eben denselben (Tom. II. epist. XLIV.) dehnet er die Behauptung seines fünften Gesetzes, welches für unelastische Körper richtig ist, ganz richtig auch auf das vierte Gesetz aus.

Der erste Versuch in der Lehre vom Stoße der Körper fiel also nicht glücklich aus. Eben so wenig richtiges, als Cartesius, haben nach ihm Honoratus Fabri, Joachim Jung u. a. von dieser Lehre vorgetragen. Etwas besseres lehrte Alphonsus Borellus α), wiewohl seine Betrachtungen nur auf besondere Fälle ohne allgemeinen Zusammenhang gerichtet, und auf eine unbequeme Art, die Bewegung zu betrachten, verdunkelt sind.

Im Jahre 1668 machte endlich die königliche Societät zu London den Wunsch bekannt, daß unter ihren Mitgliedern die Mathematiker allgemeine Untersuchungen über diese Lehre anstellen, und ihre Arbeiten einreichen möchten. Durch diese Veranlassung kamen auf ein Mahl drey der damahligen berühmtesten Mathematiker, Wallis, Wrenn und Huygens mit den wahren Gesetzen des Stoßes an das Licht β). Wallis reichte seine gefundenen Resultate der Gesellschaft am 26ten Nov., Wrenn am 17ten Dec. 1668. und Huygens am 4ten Januar 1669. ein. Es soll jedoch Huygens schon im Jahre 1663. bey seinem zweyten Aufenthalte in London im Besitze dieser Gesetze gewesen seyn, er habe aber damahls den Mitgliedern dieser gelehrten Gesellschaft nichts von dieser Entdeckung offenbaret.

Wallis hatte sich in seinem Aufsatze bloß auf unelastische Körper eingelassen. Er legt hierbey den Grundsatz zum Grunde, daß die bewegende Kraft einem Körper desto weniger Geschwindigkeit gibt, je größer die zu bewegende Masse ist, und schließt direkt, daß die bewegenden Kräfte MC und mc, welche beym Einhohlen zusammen MC + mc, und beym Begegnen MC — mc ausmachen, in beyden Fällen sich durch die Summe der Massen M + m vertheilen, und beyden eine gemeinschaftliche Geschwindigkeit geben, welche dem Quotienten von MC ± mc durch M + m gleich ist. Die Massen nennt er P und mP, und die Geschwindigkeiten

C

α) De vi percussionis. Bonon. 1666. 4.
β) Philosoph. Transact. Num. 43. p. 864-867. Num. 46. p. 987. übers. in Abhandl. zur Naturg. Physik u. Oekon.; aus d. phil. Transact. B. I. Th. I. Leipz. 1779. S. 147 u. f.

E und nC, und findet daher die gemeinschaftliche Geschwindigkeit

$$x = \frac{PC \pm mnPC}{P + mP} = \frac{1 \pm mn}{1 + m} . C .$$

Bey den elastischen Körpern füget er noch die Bemerkung bey, daß statt des gemeinschaftlichen Fortgehens ein Abspringen erfolgen könne, wenn die elastische Kraft stärker zurückstoße, als der fortreibende Stoß sey. Erst in der Folge hat er aber die Gesetze des Stoßes elastischer Körper abgehandelt, und sie zugleich mit den Gesetzen des Stoßes unelastischer Körper in seinen mathematischen Werken bekannt gemacht [a]).

Die Aufsätze, welche Wrenn und Huygens der Societät überreichet hatten, enthielten die Gesetze des Stoßes elastischer Körper, aber ohne Beweis. Ihre Darstellung war zwar kurz, aber doch bestimmt und allgemein ausgedruckt. Im Februar des Jahres 1669. sandte Huygens noch einen andern Aufsatz nach, in welchem er folgende merkwürdige Sätze beym Stoße elastischer Körper zum ersten Mahle anzeigte: 1) daß die Summe der Produkte aus den Massen in die Quadrate der Geschwindigkeiten vor und nach dem Stoße gleich groß bleibe, und 2) daß die Größe der Bewegung zwar vermehrt oder vermindert werden könne, aber doch immer nach einerley Seite zu unverändert bleibe, wenn man die nach der entgegengesetzten Seite gerichtete davon subtrahire. Die elastischen Körper beleget er überhaupt mit dem Nahmen harter Körper, aber nur im Gegensatz mit den unelastischen weichen, nicht so, wie Cartesius meinte, als ob schon in der absoluten Härte ein hinreichender Grund des Zurückspringens enthalten wäre.

Endlich aber hat Huygens diese ganze Lehre in einer eigenen Schrift mit sinnreichen Beweisen ausgeführet, die erst nach seinem Tode ans Licht kam [β]). Auf die Unter-

 suchung

a) De percussione. prop. XV.; in opp. Tom. I. Oxon. 1695. p. 1012 sq.
β) De motu corporum ex percussione; in opusc. posthum. Lugd. Bat. 1703. 4. p. 369 sqq.

suchung der Ursache, welche wohl Statt finden könnte, warum elastische Körper, die einander stoßen, wieder zurückspringen, läßt er sich nicht ein, sondern berufet sich vielmehr auf die Erfahrung, welche ihn lehret, daß gleiche elastische Körper, welche sich mit gleichen Geschwindigkeiten einander begegnen, mit eben den Geschwindigkeiten wieder zurückspringen. Stelle man sich vor, ein Mensch befinde sich auf einem Schiffe, und bringe zwey gleiche elastische Kugeln mit gleichen Geschwindigkeiten an einander, so lehret die Erfahrung, daß auf dem bewegten Schiffe die beyden Kugeln in Rücksicht des Schiffes ebenfalls mit gleichen Geschwindigkeiten zurückspringen, wie auf dem ruhenden Schiffe, oder auch am Ufer. Aus diesen Voraussetzungen suchet nun **Huygens** alle mögliche Fälle des Stoßes elastischer Körper zu erweisen. Es wird übrigens hinreichend seyn, nur einige Fälle anzuführen, um seine sinnreiche Beweisart einzusehen. Sein erster Satz ist dieser: wenn die eine von zwey gleichen Massen in Ruhe ist, und die andere mit einer gewissen Geschwindigkeit gegen jene stößt, so wird die andere mit eben der Geschwindigkeit wieder zurückspringen, mit welcher sie gegen die erstere ankam. Es führe ein Mensch auf einem Schiffe an den Fäden (fig. 110.) cb und da die beyden Kugeln a und b mit gleicher Geschwindigkeit an einander. Wenn das Schiff ruhet, so kommen sie in der Mitte e zusammen, und springen eben so geschwind wieder zurück. Wird nun indessen das Schiff mit eben der Geschwindigkeit be, mit welcher die Hand die Kugel b gegen die Kugel a führet, von der Rechten gegen die linke beweget, so erhellet, daß die absolute Bewegung der Kugel b, so wie sie vom Ufer aus gesehen würde, $= be + ea = ba$, und die der Kugel $a = be - ea = 0$ wäre, mithin würde die Kugel a dem Beobachter am Ufer als ruhend erscheinen. Nach dem Stoße, wenn das Schiff immer fortgeht, gehen beyde Kugeln wieder gemeinschaftlich durch den Raum $= ea$ in eben der Zeit weiter; der Beobachter am Ufer siehet also die Kugel a

durch

durch den Raum $ae + ae = ab$ und die Kugel b durch den Raum $be - be = 0$ sich bewegen, d. h. es würde dem Beobachter eben so vorgekommen seyn, als ob die Kugel b in Ruhe gewesen, und die Kugel a mit eben der Geschwindigkeit ab, mit welcher sie gegen b sich bewegte, wieder zurückgesprungen wäre. Sind nun die Geschwindigkeiten der beyden gleichen Kugeln a und b, womit sie gegen einander geführet werden, ungleich, die erstere a komme nämlich mit der Geschwindigkeit af, und die andere b mit der Geschwindigkeit bf an, so beweiset nun Huygens auf eben diese Art, daß die Kugeln nach dem Stoße ihre Geschwindigkeiten unter einander verwechseln; die Kugel a werde nämlich mit der Geschwindigkeit fb, und die Kugel b mit der Geschwindigkeit fa zurückspringen. Wenn nämlich ein Mensch auf dem Schiffe mit beyden Händen die Kugeln a und b mit der Geschwindigkeit af und bf gegen einander führet, und indessen das Schiff von der linken gegen die Rechte mit der Geschwindigkeit $ef = ab - \frac{1}{2} ab = ab - eb$ sich fortbeweget, so wird die absolute Bewegung, so wie solche der Beobachter am Ufer wahrnimmt, der Kugel $a = af - ef = ae$, und die der Kugel $b = fb - ef = eb = ea$, d. h. dem Beobachter würde es eben so vorkommen, als wenn beyde Kugeln mit gleicher Geschwindigkeit gegen einander geführet würden; daraus erhellet also, daß sie in Rücksicht des Beobachters mit den nämlichen Geschwindigkeiten wieder zurückspringen müssen; während dieser Zeit des Zurückspringens fahre aber das Schiff mit der Geschwindigkeit ef weiter fort, folglich werden beyde Kugeln wieder gemeinschaftlich durch den Raum ef in eben der Zeit weiter beweget; der Beobachter am Ufer sieht also die Kugel a in dem Raume $ae - ef = eb - ef = fb$, und die Kugel b in dem Raume $be + ef = fa$ zurückspringen. Auf eine gleiche Art werden nun alle Fälle des Stoßes gleicher Massen untersuchet. Für ungleiche Massen beweiset Huygens zuerst aus dem Grundsatze der aufsteigenden Kräfte, daß die neuen Geschwindigkeiten

keiten gleich seyn müssen, wenn sich die vorigen verkehrt, wie die Massen verhalten. Hierauf läßt er wieder auf dem Schiffe die Kugeln sich stoßen, und einem Beobachter am Ufer wahrnehmen, welche Geschwindigkeiten alsdann die Kugeln vor und nach dem Stoße erlangen. Dieß mag hinreichend seyn, um sich einen Begriff von der sinnreichen Beweisart, welche **Huygens** hierbey gebrauchte, zu machen.

Alle diese Lehren wurden durch Erfahrung aufs vollkommenste bestätiget. Schon **Wrenn** hatte sich vor der Bekanntmachung seiner Gesetze durch Versuche mit Pendeln davon überzeuget; noch mehr aber wurden sie durch **Mariotte** bestätiget, welcher zu dieser Zeit die Experimentalphysik mit vielem Fleiße bearbeitete, und die Gesetze des Stoßes einer genauen Prüfung unterwarf. Er beschreibet seine Versuche darüber im ersten Theile seiner Abhandlung vom Stoße α). In der Folge sind diese Versuche mit Hülfe der Mariott'schen **Percussionsmaschine** von den Experimentatoren vielfältig wiederholt worden, und werden auch noch jetzt bey den gewöhnlichen Lehrstunden der Experimentalphysik zum Beweise von der Richtigkeit der vorgetragenen Gesetze des Stoßes wiederholet. M. s. **Percussionsmaschine.**

Die bisher angeführten Gesetze des Stoßes sind größtentheils nach **Kästner** vorgetragen worden. Sonst lassen sie sich auch mit Hülfe der Differenzialrechnung beweisen, welche Methode besonders **Euler** β) und **Karsten** γ) befolgte. Auch leitete der Herr v. **Maupertuis** δ) diese Gesetze aus seinem **Satze der kleinsten Wirkung** ab, wobey aber bey den unelastischen Körpern als schon erwiesen angenommen werden muß, daß sie nach dem Stoße die gemein-

α) Traité de la percussion ou choc des corps. à Paris 1677. und in den oeuvres de *Mariotte*. à la Haye 1740. Tom. I.

β) Commentar. Petrop. Tom. V. p. 159. mém. de l'Acad. de Prusse 1745. p. 50.

γ) Lehrbegr. der gesammt. Mathem., Th. IV. Mechan. Abs. XV. §. 230.

δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1743. u. mém. de Prusse 1746.

gemeinschaftliche Geschwindigkeit = x erhalten; für elastische Körper hingegen muß die Gleichheit der relativen Geschwindigkeit vor und nach dem Stoße erst erwiesen werden.

Nunmehr wird es weiter keine Schwierigkeit haben, auch die Gesetze des eccentrischen Stoßes zweyer Körper gegen einander aufzufinden, wofern nicht etwa die Körper noch vor dem Stoße außer der Bewegung, welche alle Theile eines jeden dieser Körper mit seinem Schwerpunkte gemein haben, noch um ihren Schwerpunkt auf mancherley Art umlaufen, welches schon mehr verwickelte Untersuchungen erfordert, als daß sie hier beygebracht werden könnten. Es genüget, nur ein Paar Beyspiele vom eccentrischen Stoße anzuführen.

Die beyden unelastischen Körper (fig. 111.) a und c, welche nach den parallelen Richtungen be und df mit den Geschwindigkeiten ba und dc sich bewegen, stoßen schief an einander, so lassen sich die Richtungen und Geschwindigkeiten beyder Körper nach dem Stoße auf folgende Art finden. Man ziehe aus dem Schwerpunkte a des einen nach dem Schwerpunkte c des andern die gerade Linie ac, und lege durch den Berührungsort beyder schief an einander stoßender Körper die Ebene gh, worauf ac senkrecht steht. Hierauf ziehe man aus b die Linie be auf die Ebene gh senkrecht, und co mit der Ebene gh parallel, und verzeichne das Rechteck apbo, so zerlegt sich die Größe der Bewegung a ⨯ ab in zwey andere Seitenbewegungen, deren Größen durch a ⨯ ao und a ⨯ ap bestimmt werden, und welche zusammen eben das ausrichten würden, was a ⨯ ab allein ausrichten kann. Auf die nämliche Art zerleget sich die Größe der Bewegung c ⨯ cd in beyde Seitenbewegungen c ⨯ ck und c ⨯ ci.

Wären die Größen der Bewegungen a ⨯ ap und c ⨯ ci allein vorhanden, so entstünde alsdann ein gerader Stoß nach der Richtung al, und es würde nach dem Stoße die gemeinschaftliche Geschwindigkeit

x =

$$x = \frac{a \times ap + c \times ci}{a + c} \text{ seyn.}$$

Also müßte a die Linie at und c die Linie cl durchlaufen, wenn

$$at = cl = \frac{a \times ap + c \times ci}{a + c} \text{ wäre,}$$

folglich würde die Größe der Bewegung des Körpers a nach dem Stoß a × at und die des Körpers c = c × cl seyn.

Allein die Größe der Seitenbewegung a × ao treibt den Körper a, den Weg aq = ao zurück zu legen; folglich durchläuft er die Diagonale ar des Parallelogramms qrta. Eben so würde auch die Größe der Bewegung c × ck den Körper c zwingen, den Weg cn = ck zu durchlaufen; mithin wird er auch seinen Weg durch die Diagonale cm nehmen.

Wenn also die Körper a und c die Geschwindigkeiten ba und dc in Zahlen nebst dem Winkel bao = dck in Graden geben, so lassen sich alsdann in dem rechtwinklichen Dreyecke aob die Seitenlinien ob = ap, ao = aq, dk = ci, ck = cn, und hieraus at = cl berechnen. Endlich findet man auch aus at und aq die Geschwindigkeit ar und den Winkel rat, und aus cn und cl die Geschwindigkeit cm und den Winkel mcl.

Wäre der eine Körper vor dem Stoße in Ruhe gewesen, so wird c × cd = o, also verschwinden auch c × ck und c × cn. Die Größe der Bewegung a × ap wirket nach der Richtung ac gerade, und es läßt sich nun nach dem oben Angeführten der Weg bestimmen, welchen beyde Körper durchlaufen müßten: bey a aber entstehet aus den beyden Geschwindigkeiten at und aq die mittlere ar, womit sich a fortbewegen wird, wenn unterdessen c den Weg cl durchläuft.

Man setze ferner, es bewegten sich zwey elastische Kugeln (fig. 112.) M und m nach den Richtungen ax und lt, welche unter sich parallel sind; die Geschwindigkeit der erstern werde durch ac und die der andern durch lk ausgedruckt, so findet man die Geschwindigkeit und Richtung beyder

der Kugeln nach dem Stoße folgendermaßen: Es sey i die Stelle des Stoßes, durch diese und durch die Mittelpunkte der Schwere beyder Kugeln ziehe man die gerade Linie bf, ferner ziehe man durch i die Linie po auf bf senkrecht, welche die Ebene vorstellet, gegen welche der Stoß gerichtet ist. Nun nehme man ed mit po parallel ziehe aus a die Linie ad mit bf und ab mit cd parallel, so zerleget sich die Geschwindigkeit ac in die beyden Geschwindigkeiten ad und ab. Auf eben diese Weise ziehe man qn mit po, und aus l die Linie ln mit fb und lh mit kn parallel, so stellen ebenfalls ln und lh die beyden Seitengeschwindigkeiten der Masse m vor. Es ist demnach die Größe der Bewegung ac.M zusammengesetzt aus beyden Größen cb.M und ab.M, und die Größe der Bewegung kl.m ist zusammengesetzet aus den Größen hk.m und lh.m. Wären nun die beyden Bewegungen cb.M und hk.m allein vorhanden, so würden beyde Körper nach dem Stoße in der Richtung bf fortgehen, und zwar m nach kf und M nach cg, so daß

$$cg = cb - \frac{2m(cb - hk)}{M + m} \text{ und}$$

$$kf = hk + \frac{2M(cb - hk)}{M + m}$$

gefunden werden. Da aber die Größe der Bewegung cd M = ab.M den Körper M durch ce, und die Größe der Bewegung nk.m = lh.m durch kq zu laufen zwingen würde, so wird der Körper M den Weg ge, oder die Diagonale des Parallelogramms cefg, und der Körper m den Weg kr, d. i. die Diagonale des Parallelogramms kqrf durchlaufen.

Wenn also der Winkel acd = lkn nebst den Geschwindigkeiten ac und dk bekannt sind, so läßt sich cd = ce, da = cb, kn = kq, nl = kh, und aus ec und cg die Linie cf und der Winkel fcg und aus qk und kf die Linie kq und der Winkel pkf finden.

Wäre

Wäre der eine Körper m vor dem Stoße in Ruhe gewesen, so wirket die Größe der Bewegung m . kh nach dem Stoße allein auf den ruhenden Körper, und er wird nach dem Stoße den Weg kf durchlaufen, da indessen der Körper M die Diagonale cf des Parallelogramms cefg durchläuft.

Untersuchungen über die Lehre vom eccentrischen Stoße haben Johann und Daniel Bernoulli, besonders aber Euler [α]) angestellet, wovon auch einiges beym Karsten [β]) vorkommt.

Von dem Stoße elastischer Körper an unbewegliche Hindernisse wird unter dem Artikel, Zurückwerfung, geredet werden.

Eine schöne Anwendung der Lehre des Stoßes elastischer Körper findet bey den Billiardkugeln Statt, von welcher, jedoch ohne Betrachtung des Umdrehens, Musschenbroek [γ]) handelt. In der Ausübung würde die Umdrehung nicht zu vernachlässigen seyn.

Es ist bereits oben angeführet worden, daß der P. Mersenne Versuche über die Kraft des Stoßes angestellet, und sie mit Gewichten verglichen hatte. Um aber in dieser Sache genauere Untersuchungen anzustellen, muß man vorzüglich auf die verschiedenen Zustände der Körper Rücksicht nehmen. Bey dem Stoße elastischer Körper an einander wird der Druck während des ganzen Stoßes nicht einerley seyn, sondern vom Augenblicke der ersten Berührung bis zum Moment der größten Zusammenpressung wachsen, da dann im letzten Moment der Druck am größten ist. Wollte man also in diesem Falle eine Vergleichung über die Kraft des Stoßes mit Gewichten anstellen, so könnte dieß auf keine andere Weise geschehen, als wenn in jedem Augenblicke

α) De communicatione motus in collisione corporum sese non directe percutientium, in comment. Petrop. Tom. IX. und in der theoria motus corporum solidor. s. rigidorum. Rostoch. et Gryphisw. 1765. 4.

β) Lehrbegriff der ges. Mathem. Th. IV. Mechanik. Abschn. XVIII.

γ) Introduct. ad philosoph. natur. Tom. I. §. 814–817.

blicke während des Stoßes die Entfernung der Schwerpunkte, oder die Zeit gegeben ist, welche vom ersten Anfange des Stoßes verflossen ist, da alsdann die Gewichte wegen der verschiedenen Drückungen ebenfalls verschieden ausfallen müssen. Bey weichen Körpern, wo der Zusammenhang der Theile beym Stoße getrennt wird, wird die Kraft des Drucks eine beständige Größe. Dergleichen Körper drücken Gruben in einander, und **Euler** [α]) zeiget, wenn der Körper M in den andern m eine solche Grube von der Tiefe a eindruckt, daß die Kraft des Stoßes

$$= \frac{Mm\,(C-c)^2}{4ga\,(M+m)} \text{ sey,}$$

oder wenn der eine Körper m unbeweglich ist, in welchem Falle er als unendlich groß betrachtet werden kann, und c verschwindet,

$$= \frac{MC^2}{4ga}.$$

Euler [β]) gibt hierzu Beyspiele, wo eine Bleykugel mit der Geschwindigkeit in 1 Sekunde abgeschossen 5 Zoll tief in Ulmenholz eindrang. Hierbey war der Druck in jedem Augenblicke 107760 Mahl größer, als M, oder als das Gewicht der Kugel u. s. w. Auch findet man dieß Lehren, so wie sie **Euler** vorgetragen hat, beym **Karsten** [γ]).

Wenn es vollkommen harte Körper gäbe, so würden sich solche Betrachtungen dabey nicht anstellen lassen. Bey diesen Körpern würde im Augenblicke der Berührung eine Ruhe erfolgen, wenn sie mit gleichen Geschwindigkeiten gegen einander laufen. Es nimmt folglich die Kraft, welche im Augenblicke des Stoßes die Körper von einander treibt, einem jeden eine endliche Geschwindigkeit in einem Augenblicke. Allein die Schwere kann keinem Körper in einem Augenblicke eine endliche Geschwindigkeit nehmen. Hier verhielt sich

α) Sur la force de percussion, et de sa veritable mesure; in mém. de l'Academie royale des sciences de Berlin. 1745. p. 21 u. f.

β) Robins erläuterte Artillerie S. 719.

γ) Lehrbegriff der ges. Mathem. Th. IV. Mechanik. §. 259 u. f.

sich also die Kraft des Stoßes zum Drucke, wie ein Integral zu seinem Elemente, oder der Stoß ist, wie schon Galilei sagte, unendlich größer als der Druck. Inzwischen ist hieraus nicht zu schließen, daß die Kraft eines solchen Stoßes an sich unendlich sey; es folgt nur so viel, daß diese Kraft von anderer Natur, als der Druck, sey, und einem Körper in einem Augenblicke eine endliche Geschwindigkeit mitzutheilen vermögend sey, wozu der Druck eine endliche Zeit gebrauchet. Daher läßt sich eine solche Kraft nicht durch ein ihr gleiches Gewicht ausdrucken. Es lassen sich aber gar wohl Kräfte dieser Art unter einander vergleichen, da sie sich alsdann, wie MC, verhalten müßten. Eben so etwas gilt auch von der ganzen Summe aller Druckungen, welche während des ganzen Stoßes elastischer Körper Statt gefunden haben. Begreift man nämlich hierbey unter dem Worte Kraft des Stoßes die ganze Summe, so kann sie eben so wenig mit Gewichten verglichen werden, weil sie ein wirkliches Integral ausmacht, dessen jedes Element einem Drucke oder Gewichte gleich ist. Hingegen lassen sich diese Summen unter sich gar wohl vergleichen, ohne auf die Zeit Rücksicht zu nehmen, während welcher sie entstanden sind, und sie verhalten sich dann, wie MC^2. Man sieht also hieraus, daß sich die Kraft des Stoßes in Vergleichung mit Gewichten weder durch MC noch durch MC^2 ausdrucken lasse.

Von einigen Schriftstellern werden zur Messung der Kraft des Stoßes sehr unschickliche Vorschriften gegeben. Franc. Joseph Camus *) ließ eine Bleykugel mit einem Hammer, welcher ein Pfund wiegt, ohne Gewalt platt schlagen, und schließt daraus, weil eine gleiche Kugel eben so platt zu drucken, 200 Gewicht erfordert werde, daß der Schlag des Hammers einem Gewichte von 200 Pfund gleich sey. Allein der Ausdruck, ohne Gewalt, ist hier von gar keinem Sinne. Camus hätte vielmehr bestimmter und richtiger angeben sollen, von welcher Höhe der Hammer frey herabfallen müsse, um diese Wirkung hervorzubringen. Aber auch

*) Traité des forces mouvantes. P. I. ch. 3. prop. 5.

auch alsdann hätte man noch keinen richtigen Begriff davon, was eigentlich der Hammer gethan habe; denn der Schlag, welcher die Kugel in längerer oder kürzerer Zeit eben so platt gebracht hätte, würde ohne Zweifel schwächer oder stärker gewesen seyn. Uebrigens hat man aber auch gar nicht nöthig, viel von Kräften des Stoßes zu reden, da man ohne alle Verwirrung die Wirkungen, die man einer Gewalt zuschreibt, sehr leicht aus Masse und Geschwindigkeit ableiten kann.

M. s. **Kästner** Anfangsgründe der höhern Mechanik, den Abschnitt, der vom Stoße handelt. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. IV. Mechanik. Abschn. XV. XVI. XVII. XVIII. *Montucla* histoire des mathematiques. T. II. P. IV. L. V. §. 6. L. VII. §. 1. *Petr. van Musschenbroek* introductio ad philosoph. naturalem. Lugd. Batav. 1762. 4. Tom. I. c. 17. de percussione.

Stößmaschine s. Percussionsmaschine.

Strahl, Lichtstrahl s. Licht.

Strahlenbrechung s. Brechung der Lichtstrahlen.

Strahlen der Wärme s. Wärme.

Strahlenbrechung, astronomische (refractio astronomica, refraction astronomique). Wenn die von Himmelskörpern ausgehenden Lichtstrahlen bey ihrem Fortgange in unsern Luftkreis kommen, so müssen sie nothwendig gebrochen werden, indem sie aus einem dünnen Mittel in ein dichteres übergehen. Sie werden also ins Auge des Beobachters nach ganz andern Richtungen kommen, als es sonst geschehen würde, wenn sie durch ein Mittel von gleicher Dichte in ihrem ganzen Fortgange ins Auge kommen könnten. Es sey (fig. 113.) b die Stelle des Beobachters auf der Erde, die Himmelsgrenze a c f, und die äußerste Grenze der Atmosphäre g d e mithin a das Zenith. Wenn nun von dem Stern f ein Strahl f e auf die Atmosphäre der Erde also auffallen würde, daß er gehörig verlängert die Stelle b träfe, so ist klar, daß er anfänglich aus e in die Lage e f

gebrochen würde. Da aber die Dichtigkeit der Atmosphäre von der äußersten Grenze derselben bis auf die Erdoberfläche zu immer größer wird, so wird der Strahl gegen die Oberfläche der Erde immer mehr in eine krumme Linie gebrochen, und trifft die Erde in c, mithin kann dieser Strahl in die Stelle b nicht kommen. Ein anderer Strahl f d hingegen, welcher über e hinweggehen würde, muß ebenfalls in die krumme Linie d b gebrochen werden, und dieser Strahl fällt nun in die Stelle b. Die Richtung dieses Strahls, in welcher er das Auge des Beobachters trifft, ist mit der Tangente b t einerley, mithin wird der Stern in der Richtung b t gesehen, und seine scheinbare Entfernung vom Zenith bestimmt den Winkel a b t, welcher ohne Refraction a b f seyn würde. Die Differenz t b f, welche angibt, um wie viel die scheinbare Entfernung a b t des Sternes f vom Zenith a wegen der Strahlenbrechung in der Atmosphäre von der wahren Entfernung verschieden sey, heißt die **astronomische Strahlenbrechung** oder **Refraction.**

Es verursacht also die astronomische Strahlenbrechung, daß ein Gestirn am Himmel etwas höher erscheint, als ohne diese Brechung erfolgen würde. Befände sich das Gestirn gerade im Zenith a, so geht der Strahl a g ungebrochen durch den Lufkreis hindurch. Dagegen fallen die Strahlen solcher Gestirne, die näher am Horizonte erscheinen, desto schiefer auf, und werden daher desto stärker gebrochen. Je weniger also ein Gestirn vom Zenith entfernt ist, desto kleiner ist die astronomische Strahlenbrechung, und sie fällt völlig weg, wenn das Gestirn im Zenith sich befindet; dagegen wird sie desto größer, je näher das Gestirn dem Horizonte erscheinet, und sie ist am größten, wenn das Gestirn gerade im Horizonte gesehen wird. Diese heißt alsdann auch die **Horizontalrefraction.** Uebrigens kommt es aber nicht darauf an, ob das Gestirn weiter oder näher von unserer Erde entfernet ist; die Strahlenbrechung für Planeten, Sonne, Mond, Fixsterne und Cometen ist völlig einerley.

Mon-

Montucla meint, schon Ptolemäus habe die astronomische Strahlenbrechung gekannt, und beruft sich dieserwegen auf eine Stelle des Roger Bacon α), welcher anführet, man sehe die Gestirne beym Horizonte nicht am rechten Orte und hinzusetzet: sic autem *Ptolemaeus* in Lib. V. de opticis, et *Alhazen* in VII. Alhazen's angeführte Stelle handelt zwar wirklich von der Strahlenbrechung; allein im Almagest des Ptolemäus findet man keine Erwähnung derselben, selbst da nicht, wo dieß geschehen seyn müßte, wenn sie damahls bekannt gewesen wäre. Sehr wahrscheinlich hat sich die von Bacon angeführte Stelle des Ptolemäus auf den Gesichtsbetrug bezogen, welchen Ptolemäus irrig aus den Dünsten erklärt. M. s. Himmel. Von diesem Gesichtsbetruge handeln mehrere Stellen des Ptolemäus, besonders die Lib. III. c. 9., von welcher auch Priestley β) meinet, daß sie einen Bezug auf die astronomische Strahlenbrechung habe.

Dagegen redet der Araber Alhazen schon sehr bestimmt von diesen Strahlenbrechungen γ). Er leitet sie davon ab, daß die Materie des Himmels subtiler sey, als die Substanz der Luft. Er schreibt ihnen die Ursache zu, daß die Höhe der Gestirne vergrößert werde, und daß Sterne zuweilen über dem Horizonte gesehen werden, wenn sie noch wirklich darunter sind. Auch hängt nach ihm das Blinkern der Sterne davon ab. Sonst behauptet er aber mit Recht, daß sie keinesweges den Grund der scheinbaren Vergrößerung der Sonnenscheibe beym Horizonte enthalten, vielmehr müßten sie den Durchmesser der Gestirne am Horizonte verkleinern, weil zwey Sterne am Horizonte näher bey einander erscheinen, als Mittagskreise. Endlich gibt er noch Mittel an, die Größe der Strahlenbrechung zu finden, allein weder er, noch sein Nachfolger Vitellio, haben etwas von ihrer Größe angegeben.

α) Perspectiva ex edit. Combachii. 1614. p. 37.
β) Geschichte der Physik durch Klügel. S. 11.
γ) Optic. Lib. VII. und de crepusculis.

Erst im sechszehnten Jahrhunderte wurde dieser Gegenstand etwas genauer von **Bernhard Walther** α), **Mästlin** und besonders **Tycho de Brahe** untersuchet. Man erkannte gar bald die Wichtigkeit desselben. **Kepler** β) führet an, daß beym Aufgange der Kornähre der Jungfrau der Schwanz des Löwen in dem nämlichen Scheitelkreise 35° 2′ hoch stehe, da doch die Entfernung beyder Sterne nahe am Meridiane nur $34\frac{1}{2}$° gefunden werde, woraus zu schließen sey, es werde die aufgehende Aehre um 32′ höher erhoben. Diese Beobachtung rührt von **Tycho** her, wie der Zusammenhang in **Keplers** Schrift lehret; auch wird man sich leicht mit der Himmelskugel versichern können, daß sie auf den uraniburgischen Horizont paßt. Uebrigens setzt **Tycho** die Horizontalrefraction der Sterne auf einen halben Grad. Er glaubte in Ansehung der Strahlenbrechung vermöge seiner Beobachtungen einen Unterschied bey der Sonne, dem Monde und den Sternen zu finden, die Horizontalrefraction der Sonne auf 34′ und die des Mondes auf 33′ zu setzen, und die Wirkungen derselben höchstens bey der Sonne bis auf den 43sten Grad ihrer Höhe, beym Monde bis auf den 45sten Grad, und bey den Sternen bis zum 20sten Grad anzunehmen. Endlich meint noch **Tycho**, die Strahlenbrechung werde durch den Unterschied der Luft und des Aethers darüber, wie auch durch die dicken Dünste zunächst an der Erdfläche verursachet. Dagegen behauptete der hessische Mathematiker **Rothmann**, daß es gar keinen Unterschied zwischen der Luft und dem Aether gebe, und ließ die Brechung bloß nahe am Horizonte Statt finden. Beyde geriethen darüber in einen weitläuftigen Streit, welchen **Kepler** anführet.

Kepler kannte schon die Brechung besser, und macht die richtige Bemerkung, daß die Verschiedenheit der Entfernung der Himmelskörper von der Erde auf die Strahlenbrechung gar keinen Einfluß habe. Obgleich **Tycho** anfänglich

α) Observat. Norimberg. adlectae observat. Hassiacis, editis a *Willebr. Snellio.* Lugd. Batav. 1618. 4.

β) Epitom. astronom. Copernic. L. I. P. 3. p. 61.

lich die Brechung des Mondenlichtes für größer als die des Sonnenlichtes wegen der geringern Entfernung gehalten habe, so sey er doch nachher inne geworden, daß sie beyde Mahl einerley sey a). So viel Kepler aber auch von der Strahlenbrechung geredet hat, so beging er doch darin einen großen Fehler, daß er der Luft bis zur Grenze der Atmosphäre eine gleichförmige Dichtigkeit zuschrieb. Erst durch die Entdeckungen des Torricelli, Pascal, Boyle und Mariotte ward die wahre Beschaffenheit des Luftkreises etwas näher bestimmt, wodurch man bestimmtere Begriffe von der Strahlenbrechung in selbigem erhielt.

Noch im Jahre 1665 nahm der P. Riccioli die Strahlenbrechung nur bis 26° Höhe als merklich an. Allein der ältere Cassini leitete aus seinen Beobachtungen eine Tabelle für die Brechungen her, worin die Horizontalrefraction $32\frac{1}{6}$ gesetzet, und die Brechung bis nahe ans Zenith als merklich angenommen ist. Auch erhielt diese Bestimmung durch Richers Beobachtungen in Cayenne in den Jahren 1671 bis 1673 ihre Bestätigung.

Die Astronomie lehret verschiedene Methoden, die Größe der Strahlenbrechungen, durch Beobachtungen zu finden. Wenn z. B. die Polhöhe des Beobachtungsortes nebst der Abweichung der Sonne oder eines Sternes genau bekannt sind, so kann man die Höhe der Sonne oder des Sternes für jede Entfernung vom Meridiane durch Auflösung eines sphärischen Dreyecks berechnen. Wenn man nun die scheinbaren Höhen mittelst eines großen Quadranten, und zugleich die Entfernungen vom Meridiane durch die Zeit mit einer genauen Pendeluhr beobachtet, so wird für die nämliche Entfernung die beobachtete Höhe etwas größer als die berechnete seyn, und die Differenz beyder wird die Größe der Strahlenbrechung für diese Höhe geben.

Oder man beobachte einen Stern (fig. 114.) e, welcher sehr nahe beym Zenith a durch den Meridian gehet, mithin seine Refraction unendlich klein ist. Aus dem Ab-

a) Paralipom. p. 112.

stande a c vom Zenith und der Aequatorhöhe a p des Beobachtungsortes läßt sich der Halbmesser $cp = pb$ des Tagebogens, und hieraus die Höhe b e finden, in welcher der Stern 12 Stunden nach seiner Culmination durch den Mittagskreis unter dem Pole p gehen sollte. Beobachtet man nun diesen Durchgang, so wird sich die Höhe wegen der Strahlenbrechung größer, etwa βe, finden, und eben die Differenz βb wird die Größe der Strahlenbrechung geben.

Die Methoden, die Strahlenbrechungen durch Beobachtung zu finden, sind nur brauchbar, wenn die Höhe des Sternes nicht über 45° ist. Beträgt diese mehr als 45°, so sind die Strahlenbrechungen so klein, daß man sich auf die Beobachtung allein nicht mehr verlassen kann. Man war daher genöthiget, Gesetze aufzusuchen, nach welchen sich die Strahlenbrechung vom Horizonte an bis gegen das Zenith zu ändert. Um aber hierbey so viel als möglich genau zu seyn, müßte man die Natur der Curve kennen, welche der Lichtstrahl in der Atmosphäre durchläuft. Der ältere Cassini ließ diese Krümmung ganz außer Acht, und nahm an, das Licht gehe in geraden Linien fort, wobey es eben so viel ist, als ob ein jeder Strahl aus einem Raume von sehr dünnem Mittel unmittelbar in die unterste Luftschicht übergienge *). Nach dieser Voraussetzung muß aber eine bestimmte Höhe der Atmosphäre angenommen werden. Wenn Cassini diese Höhe 2000 Toisen annahm, so fand er seine Rechnungen mit den Beobachtungen zusammenstimmend. Auf solche Art entstand seine Brechungstafel, worin die Horizontalrefraction 32′ 10″, die von 10° Höhe 5′ 28″ gesetzet ist, und welche lange Zeit von den Astronomen ist gebrauchet worden. Viele Schriftsteller damahliger Zeit waren durch Cassini verleitet worden, zu glauben, die Brechung des Lichtes in der Luft erstrecke sich nicht weiter, als bis auf die Höhe von 2000 Toisen, und bleibe durch diesen Raum überall

*) *Heinsius* progr. de computo refractio. astronom. sub hypothesi rad. luc. instar rectae lineae atmosph. traiicere. Lips. 1749. 4.

all gleich groß. Diesen irrigen Satz hat jedoch Cassini selbst nicht behauptet; hieraus würde das offenbar Irrige folgen, daß die Strahlenbrechung auf den Bergen größer als an der Meeresfläche seyn, und 2000 Toisen Höhe über der Meeresfläche nahe am Zenith noch 32′ betragen müßte.

Bouguer beobachtete die Horizontalrefraction in Peru 27′, auf dem Chimboraço aber, der 2388 Toisen über der Meeresfläche hoch ist, nur 19′ 45″. Das Gesetz, nach welchem die Refraction abzunehmen schien, ließ dem Herrn de la Lande vermuthen, sie möge in einer Höhe von 5158 Toisen über der Meeresfläche unmerklich werden. Wäre auch dieses ungegründet, so hat doch Bouguer durch diese Beobachtungen bewiesen, daß sie in höhern Gegenden der Atmosphäre wirklich abnimmt, und folglich der Weg des Lichtes keine gerade Linie, sondern eine krumme Linie sey.

Seit Mariotte's Zeiten haben auch mehrere Mathematiker die Bahn des Lichtes in der Atmosphäre als eine krumme Linie angesehen, und aus der Natur derselben zuverlässigere Bestimmungen der Refraction in verschiedenen Höhen abzuleiten gesucht. Die erstere dahin gehörige Tafel ist die von Newton α) berechnete, welche Halley herausgab, und in welcher die Horizontalrefraction 33′ 45″, die für 1° Höhe 23′ 7″, die für 75° Höhe, womit sich die Tafel endiget, zu 15″ angesetzt ist. Mehrere Untersuchungen über diesen Gegenstand haben nachher Taylor β), Jakob Bernoulli γ), Johann Bernoulli δ), Daniel Bernoulli ε), Simpson ζ) und endlich Lambert η) angestellet.

Aus sehr vielen und genauen Beobachtungen leitete de la Hire θ) eine neue Brechungstafel her, in welcher die Horizon-

α) Philosoph. Transact. for 1721. Num. 368. p. 169.
β) Methodus increm. p. 108.
γ) Opp. Tom. II. p. 1063.
δ) Opp. Tom. III. p. 516.
ε) Hydrodynamica. p. 221.
ζ) Mathematicae diss. p. 46.
η) Les proprietés remarquables de la route de la lumière par les airs. à la Haye 1758. §. 103.
θ) Mémoires de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1702.

rizontalrefraction 32′, die für 5° Höhe 10′ 26″, die für 10° Höhe 5′ 41″, bey 75° Höhe 20″ gesetzet ist, und welche von Bouguer [α]) noch sehr ist verbessert worden. Diese so wichtige Lehre wurde von dem Abt de la Caille [β]) mit noch größerer Genauigkeit untersuchet. Dieser fand eine sinnreiche Methode, die Strahlenbrechung durch Beobachtung zu bestimmen, indem er Sterne am Zenith auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung beobachtete, die zu gleicher Zeit in Paris am Horizonte gesehen wurden.

Nach Simpsons Bemühungen folgt dieß Gesetz der krummlinigten Bahn des Lichtes, daß sich die Brechungen in verschiedenen Höhen, wie die Tangenten der um $\frac{11}{4}$ der Brechungen verminderten Entfernungen vom Zenith, verhalten. Im Jahre 1760 nahm Bradley vermöge seiner Beobachtungen die Zahl 3 statt $\frac{11}{4}$ an. Wenn man also die scheinbare Entfernung vom Zenith $= \alpha$, die Brechung $= \varrho$ setzt, so verhält sich ϱ wie tang $(\alpha - 3\varrho)$, wofür man ohne merklichen Fehler das Verhältniß ϱ zu tang. α annehmen kann, wenn ϱ sehr klein ist, daher die Refractionen von 45° Höhe an bis zum Zenith ziemlich genau im Verhältnisse der Tangenten der Entfernungen vom Zenith abnehmen. Für Höhen unter 45°, wo schon ϱ merklicher ist, hat man die Horizontalrefraction $= \zeta$ gesetzet

$$\text{tang}\ (90° - 3\varrho) : \text{tang.}\ (\alpha - 3\varrho) = \zeta : \varrho$$

Nach dieser Regel ist eine Brechungstafel von de la Lande für Bradley's Beobachtungen berechnet worden, welche sich in der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln (B. III. S. 228. 229) befindet, und noch jetzt am gebräuchlichsten ist. Ein kurzer Auszug aus selbigen ist dieser:

Schein-

α) Mém. de Paris 1739. 1749.

β) Sur les refractions astronomiques; in mémoir. de Paris 1755.

Scheinbare Höhe	Strahlenbrechung		Scheinbare Höhe	Strahlenbrechung		Scheinbare Höhe	Strahlenbrechung	
Grad	′	″	Grad	′	″	Grad	′	″
0	32	24	9	5	58	50	0	49
1	24	21	10	5	24	55	0	41
2	18	41	15	3	36	60	0	34
3	14	46	20	2	40	65	0	28
4	12	3	25	2	6	70	0	21
5	10	5	30	1	42	75	0	16
6	8	39	35	1	24	80	0	10
7	7	32	40	1	10	85	0	5
8	6	40	45	0	59	90	0	0

Hierbey entsteht aber noch die wichtige Frage, ob die Strahlenbrechung an verschiedenen Orten der Erdfläche gleich oder ungleich sey? Wäre das letztere, so würden dergleichen Brechungstafeln eben nicht sonderlich brauchbar seyn. Man ist aber über diese Frage immer nicht einig gewesen. **Bouguer** fand die Horizontalrefraction in Peru 27′, da sie in unsern Gegenden gewöhnlich 32′ beträgt. Hieraus folgte also eine Ungleichheit der Strahlenbrechung an verschiedenen Orten. Dagen beobachtete **de la Caille** auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung die Brechung nur um $\frac{1}{20}$ stärker, als in Paris, und **Maupertuis** fand die in Lappland von der zu Paris gar nicht verschieden. Diesen Beobachtungen gemäß fände also gar keine oder wenigstens nur eine unmerkliche Ungleichheit der Brechungen an verschiedenen Orten der Erde Statt. Man hat daher die angeführte Tafel, besonders für Höhen, die über 10° gehen, an allen Orten der Erdfläche, ohne etwa merkliche Fehler zu begehen, mit Sicherheit gebrauchet, wenn die Barometerhöhe 28 Paris. Zoll ist, und das Quecksilberthermometer von 80 Graden auf 10 Grade stehet, in welchem Falle die Strahlenbrechungen die mittleren genennt werden. Aus dieser Ursache nennt man dieß die **Tafel der mittleren Strahlenbrechungen**. In den neuern Zeiten aber hat Herr **Hennert** [a]) besonders aus den von **Piazzi** [β]) zu Palermo

a) Archiv der reinen und angew. Mathematik durch Hindenburg. 6tes Heft 1797.

β) Della specola astronomica etc.

lermo gemachten Beobachtungen gefunden, daß sich überhaupt keine überall brauchbare Regel zur Bestimmung der Strahlenbrechung angeben lasse, sondern daß die verschiedenen Luftstriche auch ein immer etwas verschiedenes Gesetz befolgen. Daher wird ein jeder Astronom die Strahlenbrechung für seinen Ort besonders bestimmen müssen. Auch findet Hennert, daß die Strahlenbrechungen in den verschiedenen Jahrszeiten verschieden nahmentlich im Winter größer, als im Sommer sey. Dieß letztere hatte schon Picard im Jahre 1669 aus den Mittagshöhen der Sonne erkannt. Daß dieß von der in den verschiedenen Jahrszeiten erfolgenden Dichtigkeit der Luftmasse herrühre, ist gar keinem Zweifel unterworfen. Dabey kann man vermöge des Strahlenbrechungsgesetzes annehmen, daß sich die astronomischen Refractionen (als sehr kleine Winkel) wie die Dichtigkeit der Luft selbst verhalten. Da nun die Dichtigkeit der Luft vom Drucke, der Wärme, den Dünsten und anderen Mischungen geändert wird, so müßte man eigentlich, um genaue Bestimmungen der Refractionen zu erhalten, alle diese Umstände in Betrachtung ziehen. Allein es hat seine Schwierigkeiten, die Wirkungen der Dünste und anderer Mischungen auf die Dichtigkeit der Luft mit einiger Zuverlässigkeit zu bestimmen; daher begnüget man sich, bloß auf Druck und Wärme, d. i. auf den Barometer- und auf den Thermometerstand, Rücksicht zu nehmen.

In Ansehung des Barometers müssen sich die mittleren Strahlenbrechungen, welche für 28 Zoll oder 336 Linien Barometerhöhe gelten, für 1 Linie Aenderung um $\frac{1}{336}$ oder beynahe $\frac{3}{1000}$ ihrer Größe ändern. Nimmt man also die Dichtigkeit der Luft bey der Barometerhöhe von 336 Linien $= 1$ an, so wird sie bey $336 \pm b$ Linien $1 \pm \frac{3b}{1000}$ seyn, und die mittlere Strahlenbrechung ϱ wird sich in

$$\varrho\left(1 \pm \frac{3b}{1000}\right)$$

verwan-

verwandeln. Aus Beobachtungen fand Mayer die Veränderung = $\frac{1}{22}$ des Ganzen, wenn sich die Barometerhöhe um 15 Linien änderte, oder wenn b = 15 war, welches mit der Formel sehr gut zusammenstimmt.

Was das Thermometer betrifft, so kommt es vorzüglich auf die Anzeige der Wärme an, welche auf die Elasticität der Luft wirket. Daß aber hierbey durch Versuche ungemein verschiedene Resultate ausgefallen sind, ist bereits unter dem Artikel, **Luft**, angeführet worden. Nach Herrn de Lüc ändert sich bey 10° nach Reaum. die specifische Elasticität der Luft für jeden Grad Aenderung um $\frac{1}{208\frac{1}{4}}$. M. s. **Höhenmessung, barometrische** (Th. II. S. 949.). Wenn daher das Thermometer von 10 Grad nach Reaum. an um a Grade herabfiele, oder stiege, so müßten die mittleren Strahlenbrechungen etwa um $\frac{a}{208,25}$ größer oder kleiner werden; mithin würde sich ϱ in

$$\varrho \cdot \left(1 \mp \frac{a}{208,25}\right)$$

verwandeln. Nimmt man aber ein anderes Ausdehnungsverhältniß der Luft durch die Wärme an, so bekommt man dadurch auch einen andern Divisor in der Formel.

Tobias Mayer, welcher bey seinen Beobachtungen mit dem göttingischen Mauerquadranten vorzüglich Rücksicht mit auf die Strahlenbrechungen nahm, fand, daß sich die Brechung im Verhältnisse der Wärme änderte, und gab im Jahre 1753 folgende Regel an, die allgemeinen Beyfall erhielt: **Die mittlere Strahlenbrechung für 28 Zoll Barometerhöhe und Grad Wärme verändert sich bey 15 Linien Veränderung des Barometers, und bey 10 Grad Aenderung des Thermometers, um den 22ten Theil ihrer Größe.** Nach dieser Regel findet man also für 1 Grad Aenderung $\frac{1}{220}$; mithin den Divisor von a in der Formel = 220.

Herr

Herr de Lüc α) bemerket, daß diese Mayersche Regel eine Berichtigung vorschreibe, welche sich zu der seinigen wie $\frac{1}{511}$ zu $\frac{1}{500}$ verhalte. Allein diese gemachte Vergleichung ist unrichtig. **Mayers** Berichtigung nämlich beträgt für 1 Grad des de Lüc'schen Thermometers $\frac{1}{511}$ derjenigen Brechung, welche bey 10 Grad Wärme verursachet wird; de Lüc's hingegen $\frac{1}{500}$ derjenigen Höhe, die bey $16\frac{3}{4}$ Wärmegrade Statt hat. Folglich ist die Einheit, auf welche sich die Brüche beziehen sollen, nicht ein und die nämliche, und es kann daher keine unmittelbare Vergleichung Statt finden. Reducirt man sie aber auf einerley Normaltemperatur, so würden sie sich vielmehr wie $\frac{1}{240}$ zu $\frac{1}{208\frac{1}{4}}$ oder wie $\frac{1}{511}$ zu $\frac{1}{484}$ verhalten, und ihre Abweichung von einander scheint weit größer zu seyn, als de Lüc meinet. De Lüc füget aber bey, es habe vielleicht **Mayer** sich eines eigentlichen Reaumür. Thermometers bedienet, dessen Grade etwas kleiner, als die gewöhnlichen Grade der Theilung in 80, seyen, und wenn dieß seine Richtigkeit habe, so stimme die Mayersche Angabe mit der seinigen noch näher zusammen. Diese Muthmaßung hat sich auch einigermaßen bestätiget. Herr Lichtenberg β) führet nämlich an, **Mayer's** im Jahre 1755 verfertigtes Thermometer besitze vom Frostpunkte bis zum Siedpunkte nicht 80, sondern $82\frac{1}{2}$ Grad. Diesem zu Folge verhielt sich also ein Mayerscher Grad zu einem gewöhnlichen wie 82,5 : 80 = 33 : 32, oder $\frac{33}{32}$ Mayersche Grade machten 1 Grad nach der gewöhnlichen 80theil. Theilung aus. Da nun **Mayer** die Berichtigung für einen seiner Grade = $\frac{1}{220}$ setzt, so würde dieß für einen gewöhnlichen Grad $\frac{33}{32 \,.\, 220} = \frac{1}{213\frac{1}{3}}$ betragen. Wirklich verhielten sich also **Mayers** und de Lüc's Berichtigungen, wie $\frac{1}{213\frac{1}{3}} = \frac{1}{208\frac{1}{4}}$ oder wie $\frac{1}{496}$ zu $\frac{1}{484}$.

Den

α) Untersuchungen über die Atmosphäre Th. II. S. 826

β) *Tob. Mayeri* opera inedita, cura *G. C. Lichtenbergii*. Vol. I. p. 90.

Den von Mayer angenommenen Satz, daß sich die Veränderung der Strahlenbrechung wie die Aenderung der Wärme verhalte, billiget auch de la Caille *); allein er findet aus seinen Beobachtungen die Veränderung für 10 Grad Wärme nur $\frac{1}{27}$, so daß also der Divisor von a hier = 270 seyn würde. Von den meisten wird die Mayersche Bestimmung angenommen, jedoch so, daß sie sich auf die Skale von 80 Graden beziehet, wo also der Divisor von a die Zahl 220 ist.

Wenn man nun beyde Berichtigungen in Ansehung des Drucks und der Wärme mit einander gehörig verbindet, so ergibt sich, wenn die Barometerhöhe = 336 + b Linien ist, und das Quecksilberthermometer von 80 Graden auf 10 + a Grade stehet, die Strahlenbrechung.

$$\text{A)}\quad R = \varrho\left(1 + \frac{3b}{1000}\right).\left(1 - \frac{a}{220}\right)$$

Diese Formel muß aber noch nach einer strengen Theorie geprüfet werden, wobey man zum Grunde leget, **die Strahlenbrechung verhalte sich wie die Dichtigkeit der Luft.** Es ist nämlich die Dichtigkeit der Luft vermöge der unter dem Artikel, Höhenmessung, beygebrachten Gründe, $\mu = \frac{\alpha}{\gamma}$, wo α die Barometerhöhe, und γ die Subtangente der logarithmischen Linie oder die specifische Elasticität der Luft bedeutet. Setzt man also für die mittlere Strahlenbrechung ϱ die Dichtigkeit der Luft $= \frac{336}{\delta}$, wo also δ die Subtangente der logarithmischen Linie bey der Barometerhöhe von 336 Linien bezeichnet; dagegen für die Strahlenbrechung R beym Barometerstand α und der Subtangente γ, die Dichtigkeit der Luft $= \frac{\alpha}{\gamma}$, so ist $\varrho : R = \frac{336}{\delta} : \frac{\alpha}{\gamma}$, woraus sich ergibt

$$R = \varrho \cdot \frac{\alpha}{\gamma} \cdot \frac{\delta}{336}.$$

Ferner

*) Mémoir. de Paris 1755.

Ferner ist unter dem Artikel, Höhenmessung, angeführet, daß sich die Subtangente für v Grade des Reaum. Thermometers wie 210 + v verhält. Also ist, weil v = 10 für die Subtangente δ ist, $\delta : \gamma = 220 : 210 + v$, mithin die Refraction

$$R = \varrho \cdot \frac{\alpha}{336} \cdot \frac{220}{210 + v}.$$

Wäre z. B. $\alpha = 26' \; 6'' = 318''$; $v = 30$ Grad, so wäre die mittlere Strahlenbrechung durch $\frac{318}{336} \cdot \frac{220}{240} = 0{,}87$ zu multipliciren.

Um dieß nun mit der Formel A) zu vergleichen, setze man statt $\alpha = 336 + b$ und statt $r = 10 + a$, so findet man

$$R = \varrho \cdot \left(1 + \frac{b}{336}\right) \cdot \frac{220}{220 + a},$$

und wenn der Nenner des Zählers b in 1000 verwandelt, und im letzten Faktor die Division wirklich angestellet wird

$$B) \; R = \varrho \left(1 + \frac{3b}{1000}\right) \left(1 - \frac{a}{220 + a}\right).$$

Aus der Vergleichung dieser Formel B) mit der A) läßt sich nun sehr leicht einsehen, daß die beyden Sätze: die Aenderungen der Strahlenbrechung durch die Wärme seyen den Aenderungen der Wärme proportional, und: die Strahlenbrechung verhalte sich wie die Dichtigkeit der Luft, nicht zugleich mit einander bestehen können. Vermöge des ersten Satzes hätte man nämlich die Berichtigung wegen der Wärme $\frac{a}{220}$; nach dem andern aber die $\frac{a}{220 + a}$, welches beydes man nur alsdann für einerley annehmen kann, wenn man a in Vergleichung mit 220 sehr klein annehmen kann. Uebrigens wird von den Astronomen die Berichtigung der mittleren Strahlenbrechungen gewöhnlich nach der Formel B) berechnet; denn der Satz, aus welchem sie abgeleitet ist, scheint in der Natur weit eher, als der erste, Statt zu finden.

Wenn

Wenn man mehr Rücksicht auf die Eintheilung von Mayers Thermometerskale nimmt, so muß man statt 220 die Zahl $213\frac{1}{3}$ setzen. Uebrigens ist aber leicht zu begreifen, daß bey Barometerständen unter 28 Zoll und bey Thermometerständen unter 10 Grad, b und a negativ zu nehmen sind.

In der Sammlung der Berliner Tafeln (B. III. S. 230. 231.) findet man die Werthe der in ϱ zu multiplicirenden Zahlen für den Barometerstand von 2 zu 2 Linien, und für den Thermometerstand von Grad zu Grad. Auch de la Lande [α]) hat eine Brechungstafel nach de la Caille, wo die Berichtigung der Wärme für jeden Grad Wärme nach Reaum. $= \frac{1}{270}$ angenommen ist.

Genauere theoretische Untersuchungen über die Wirkung der Wärme und der Elasticität der Luft findet man beym Euler [β]) und de la Grange [γ]).

Eine der vorzüglichsten Wirkungen der astronomischen Refraction ist diese, daß die Sterne höher erscheinen, als sie wirklich stehen; daher muß man von der scheinbaren Höhe eines Sternes seine Refraction subtrahiren, um die wahre Höhe desselben zu finden.

Auch verursacht die Strahlenbrechung, daß wir die aufgehenden Gestirne schon im Horizonte gewahr werden, wenn sie noch unter selbigem stehen, und daß sie beym Untergange noch eine Zeit lang sichtbar bleiben, wenn sie gleich schon unter dem Horizonte sich befinden. Weil die Horizontalrefraction ungefähr 32′ beträgt, und der scheinbare Durchmesser der Sonne und des Mondes beynahe eben so groß ist, so verursacht dieß, daß die Sonne und der Mond beym Aufgange um die Größe ihrer Durchmesser, noch ehe sie wirklich in den Horizont kommen, sichtbar ist, so wie sie beym Untergange um diese Größe über dem Horizonte bleiben, da sie bereits unter

α) Exposition du calcul astronom. Paris 1762. 8. p. 251. 252.
β) Mémoir. de Berlin 1754. p. 131.
γ) Nouv. memoir. de Berlin 1772. p. 259.

unter demselben stehen. Nach Herrn Kästner [α]) beträgt dieß in Zeit bey der Sonne in unsern Gegenden

für die Aequinoctien	3	Min.	37	Sek.
für den längsten Tag	4	—	15	—
für den kürzesten Tag	4	—	34	—

daß mithin die Dauer unsers längsten Tages wegen der Strahlenbrechung noch um $8\frac{1}{2}$ Minute vergrößert wird.

In den kalten Zonen wird der beständige Tag, welcher im Sommer Statt findet durch die Horizontalrefraction um ein beträchtliches vergrößert, besonders da in diesen kalten Gegenden wegen der außerordentlich dicken Luft die Brechung sehr stark ist. Ein merkwürdiges Beyspiel der Horizontalrefraction ist, daß Niederländer, welche im Jahre 1597 in Novazembla überwinterten, den Sonnenrand schon am 24 Jan. wieder sahen, da sie ihn vermöge der Rechnung ohne die Brechung erst am 10 Febr. hätten sehen können. Aus diesem bereits von Keplern [β]) angeführten Beyspiele folgt die dortige fast unglaubliche Horizontalrefraction $= 4\frac{1}{2}°$.

Selbst um die Grenzen der kalten Zone, wo eigentlich noch kein beständiger Tag Statt haben sollte, bleibt schon die Sonne wegen der Strahlenbrechung am längsten Tage völlig über dem Horizonte sichtbar. Diese merkwürdige Erscheinung sahe König Carl XI. am 14 Jun. alt. St. 1694. zu Torneå, und ließ sie im folgenden Jahre durch seine Mathematiker Bilemberg und Spole genauer beobachten [γ]). Diese Beobachter geben ebenfalls die Brechung ungewöhnlich groß (über zwey Sonnendurchmesser) an.

Wegen der Strahlenbrechung sehen Sonne und Mond am Horizonte länglich rund aus. Es wird nämlich durch die Brechung der untere Rand mehr, als der obere erhoben, wodurch der vertikale Durchmesser verkürzt wird, indem der horizontale, weil beyde Enden gleich hoch stehen, unverändert bleibt.

Auch

α) Astronom. Abhandl. Samml. I. Götting. 1772. 8. S. 410.
β) Paralipomena. p. 128.
γ) Refractio solis inoccidui iussu Caroli XI. circa solstitium aestiuum 1695. obseruata. S. acta erudit. Lipſ. 1697. Febr. p. 91.

Auch ist es der Strahlenbrechung zuzuschreiben, daß man
bey Mondfinsternissen beyde, Sonne und Mond, zugleich
er dem Horizonte sieht, ob sie gleich wirklich dem Durchmes-
nach einander gerade gegenüber stehen müssen.

Ueberdem scheinen die merkwürdigen Erscheinungen irdischer
egenstände, da nämlich Objekte über dem Horizonte er-
ben, manchmahl ganz in der Luft schwebend, und zwar
doppelt, ein Mahl in ihrer natürlichen aufrechten Stel-
ig, und dann wieder das unterste zu oberst erscheinen, von
Strahlenbrechung abzuhangen. Phänomene dieser Art
d schon eine geraume Zeit bekannt gewesen, und Herr
üsch hat sie aus der Strahlenbrechung zu erklären gesu-
t M s **Gesichtsbetrüge**. Vor einigen Jahren hat
ddarts[α]) ähnliche Erscheinungen beobachtet, und sie
nfalls aus der Strahlenbrechung abgeleitet. Er meinet,
ließen sich diese nicht anders erklären, als wenn man an-
me, die Dichtigkeit der Luft nehme von oben herab bis
eine gewisse Entfernung von der See zu, alsdann aber
bis zur gänzlichen Berührung mit der See hin wieder
, wodurch dann, innerhalb dieser letzten Luftschichte, der
eg des Lichtes eine seinem gewöhnlichen Gange in der At-
sphäre entgegengesetzte Krümmung annehme, welche
Erscheinung einerley Gegenstandes in verkehrter Stel-
g bewirke. Weil aber die Grenze dieser Luftschichte durch
Verschiedenheit der Ausdünstung der See verschieden be-
mmt werde, so lasse sich die Tiefe des Horizontes, die man
astronomischen Beobachtungen zur See so oft brauche,
t sicher angeben.

Endlich hat auch die Refraction des Lichtes in der At-
sphäre auf die scheinbaren Orte irdischer Höhen, mithin
die geometrische Höhenmessung, Einfluß. Ueber diesen
stand haben **Tobias Mayer**[β]) und **Lambert**[γ]) Un-
uchungen angestellet. Herr **Lambert** nahm an, daß die
mme Bahn des Lichtes sehr nahe ein Kreisbogen sey, wo-

α) Philosoph. Transact. for 1797.
β) De refractionibus obiectorum terrestr. Goett. 1751.
γ) Proprietés de la route de la lumière. p. 87 sqq.

zu ein Halbmesser gehöret, der sieben Mahl größer, als der Halbmesser der Erde ist. In einer Tabelle zeiget er, wie viel von der scheinbaren Höhe eines Berges abzuziehen ist, wenn man die Entfernung desselben weiß. Z. B. in einer Entfernung von 21388 Toisen muß man die Höhe um 10 Tois. vermindern; die Verminderungen in andern Distanzen verhalten sich wie die Quadrate der Distanzen. Auf diese Art berichtigte **Lambert** die Höhen einiger von Cassini gemessenen Berge, und fand sie nun mit den barometrischen Höhenmessungen völlig übereinstimmend. Ueberdem muß aber auch hierbey auf den Einfluß der Wärme und der Dünste Rücksicht genommen werden, welcher so stark ist, daß **Nettleton** *) die scheinbare Höhe des nämlichen Hügels aus seinem Hause gesehen, an einem Tage um 30 Minut. größer, als am andern, fand.

M. s. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 217 u. f. **Kästner** Anfangsgr. der Astron. 1792. §. 136 u. f. *Wolfii* elementa astronomiae. Cap. VII. de refractione et parallaxi fixarum. **De la Lande** astron. Handb. Aus d. Franz. Leipz. 1775. 8. Buch VI. S. 475 f. **De Lüc** Untersuchungen über die Atmosphäre. Aus d. Franz. Th. II. Leipz. 1778. 8. Abth. V. Cap. 3. S. 384 u. f.

Strahlenbüschel, elektrische, Lichtbüschel, Feuerbüschel, Strahlenpinsel (penicilli electrici, aigrettes électriques) heißt diejenige elektrische Erscheinung, welche man im Dunkeln an elektrischen Spitzen wahrnimmt. Man sieht nämlich ein Licht aus der Spitze, das sich in Gestalt eines Kegels oder eines Pinsels verbreitet. Wenn die Elektricität beträchtlich stark ist, so hört man ein Zischen, fühlt einen kühlen Wind, der aus der Spitze fähret, empfindet dabey einen phosporescirenden Geruch, und auf die Zunge geleitet einen säuerlichen Geschmack.

Negativ elektrisirte Spitzen hingegen zeigen keinen Strahlenbüschel, sondern nur einen leuchtenden Stern oder Punkt. Man fühlt hierbey aber eben so, wie bey den positiv elektrisirten Spitzen, ein Blasen und die übrigen eben angeführten Erschei-

*) Philos. Transact. 1725. Num. 388. p. 308.

Erscheinungen. Daher glauben diejenigen, welche dem dualistischen Systeme zugethan sind, daß bey den positiv elektrisirten Spitzen + E, bey den negativ elektrisirten aber — E ausströmet. Hingegen diejenigen, welche eine einzige elektrische Materie annehmen, halten den leuchtenden Punkt an negativ elektrisirten Spitzen für ein Kennzeichen des Einströmens der elektrischen Materie, und leiten das bemerkte Blasen aus der an der Spitze elektrisirten Luft ab. M. s. Spitzen.

Gray *) hat die elektrischen Strahlenbüschel aus Leitern zuerst bemerket, und fand zugleich, daß sie nach ihrem Verschwinden sogleich wieder kamen, wenn man einen platten Leiter oder die flache Hand gegen die Spitze brachte. Selbst aus elektrischen Körpern, wenn sie stark gerieben werden, fahren an manchen Stellen Lichtpinsel hervor, wie z. B. aus den Glaskugeln und Cylindern der Elektrisirmaschine. Miles bemerkte dieß zuerst an elektrischen Glasröhren, und nannte es elektrisches Wetterleuchten, weil diese Strahlenbüschel augenblicklich verschwinden und wiederkommen.

Wie die Naturforscher diese Erscheinung so wie überhaupt die Erscheinungen der elektrischen Spitzen benutzt haben, um ihre Hypothesen dadurch zu bestätigen oder wenigstens nach diesen zu erklären, findet man unter den Artikeln, Elektricität, Leiter, leuchtender, Spitzen, elektrisirte.

M. s. Cavallo vollständige Lehre der Elektricität. 4te Aufl. Leipz. 1797. an verschiedenen Stellen.

Strahlenkegel, optischer, Lichtkegel (conus a radiis opticis formatus, conus luminosus, pinceau optique). Ein jeder sichtbarer Punkt eines Körpers sendet nach allen möglichen Richtungen Licht aus; wenn also mittelst einer runden Fläche z. B. durch ein Linsenglas, durch einen Hohlspiegel, durch den Augenstern u. s. f. ein Theil von diesem Lichte aufgefangen wird, so wird dadurch ein Strahlenkegel gebildet, dessen Spitze der leuchtende Punkt ist, und die Fläche, welche das Licht auffängt, die Grundfläche desselben ausmacht. Wäre die Fläche, welche das Licht in ihrem Fortgange hindert, eine geradlinigte Figur, so würde alsdann

*) Philosoph. Transact. Vol. XXXIX. n. 436. p. 16 sqq.

statt des Kegels eine **Strahlen- oder Lichtpyramide** entstehen. Die atomistische Lehre nimmt hierbey an, daß die Lichttheilchen wirklich in geraden Strahlen von dem leuchtenden Punkte aus fortgehen, und sich folglich in ihrem Fortgange immer weiter von einander entfernen; da im Gegentheil die dynamische Lehre den ganzen Raum des Lichtkegels oder der Pyramide als einen mit Stetigkeit angefüllten Raum vom Lichte annimmt, es mag nun das Licht ein wirklich reelles Wesen oder eine Qualität seyn.

Ist der sichtbare Punkt von der Fläche, welche das Licht auffängt, sehr weit entfernet, z. B. 206264 mahl weiter, als der Durchmesser der Fläche groß ist, so kann man alle auf die Fläche fallende Lichtstrahlen als parallel annehmen, wiewohl sie eigentlich aus einerley Punkte ausfließen. In einem solchen Falle betrachtet man also statt der Lichtkegel, **Lichtcylinder**. M. s. **Parallelstrahlen**.

Wenn solche Lichtkegel durch Linsengläser gebrochen, oder auf Spiegelflächen zurückgeworfen, so nimmt das vorige Licht eine ganz andere Richtung, und bildet nach der Brechung und Zurückwerfung andere Lichtkegel, deren Spitzen in ganz andere Stellen fallen, als die vorigen waren. Solche Lichtkegel werden nun **gebrochene oder zurückgeworfene Lichtkegel** (coni refracti vel reflexi) genennt.

Ströme flüssiger Materien (motus progressiui corporum fluidorum, flumina, fluxus, courants, torrents). In der Physik versteht man unter **Ströme** überhaupt eine Bewegung einer Menge von flüssiger Materie nach einerley Richtung. Auf solche Art entstehen in großen Flüssen, so wie im Meere, Ströme, wenn sich eine Menge Wassers nach einerley Richtung hinbeweget, indem das übrige angrenzende Wasser entweder still stehet, oder nach andern Richtungen hingehet. Dergleichen Ströme entstehen besonders bey der Ergießung des Wassers großer Flüsse ins Meer, indem nämlich die Gewässer die schon erlangte Geschwindigkeit nicht in einem Augenblicke verlieren, sondern selbige noch eine Zeit lang behalten. Ueberdem können Meerströme durch Winde, die beständig nach einerley Gegend hinwehen, und durch die Ebbe

und

und Fluth verursachet werden. Aehnliche Bewegungen der Luft heißen **Luftströme.** Auch haben manche Physiker zur Erklärung mancher Naturerscheinungen eigene flüssige Materien angenommen, welche sich nach gewissen Richtungen um die Erde oder um andere Körper bewegen, wie die Cartesianischen Wirbel, die elektrisch. Ströme, magnetis. Ströme u. dgl.

Strontionerde, Erde des Strontionits (strontiona) ist eine eigenthümliche Erde, welche sich im Strontionit, einem Fossil, das von seinem Geburtsorte Strontion in Schottland den Nahmen erhalten hat, befindet. Dieß Fossil bricht im Bleygange eines gneisichten Gebirges zugleich mit Whiterit.

D. **Crawford** und **Sulzer** stellten die ersten Versuche an, welche die Verschiedenheit der Erde aus Strontionit von der Schwererde darthaten. Nachher haben auch **Klaproth** und **Schmeißer** die wesentliche Verschiedenheit derselben von allen übrigen Erden bewiesen.

In dem Strontionit ist die Strontionerde mit Kohlensäure verbunden. Sonst macht sie aber auch einen Bestandtheil des Schwerspaths aus, woraus sie sich mittelst der Salzsäure in nadelförmigen und strahligen Krystallen gewinnen läßt.

Die Kohlensäure läßt sich aus dem Strontionit selbst durch sehr heftiges Calcinirfeuer nur äußerst schwer austreiben. Die reine Strontionerde hat einen ätzenden Geschmack, löset sich in vielem kochenden Wasser, nämlich in 250 Theilen, auf; vom kalten Wasser aber erfordert sie zu ihrer Auflösung mehr. Die Auflösung hat den Geschmack eines starken Kalkwassers, und wird durch Anziehung der Kohlensäure an der Luft getrübt. Die gesättigte Auflösung der Strontionerde mit kochendem Wasser schießt, wenn sie nach dem Filtriren in einer gläsernen Flasche genau verwahret wird, zu klaren, durchsichtigen Krystallen an, von rhomboidalischer Gestalt, die an der Luft ihre Durchsichtigkeit verlieren, sonst aber einen ätzenden Geschmack besitzen.

Für sich schmelzt die Strontionerde auch im heftigsten Feuer nicht, im Thontiegel hingegen fließt sie mit

der Thonmasse des Tiegels zu einem klaren, chrysolithgrünen, sehr harten und dichten Glase.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th III. Halle 1795. 8. S. 756 u. f. dessen Grundriß der Chemie. Th. I. Halle 1797. 8. §. 345 u. f.

Strudel, Wasserwirbel (gurges, vorago, vortex, gouffre). Hierunter versteht man kreis- oder spiralförmige Bewegungen des Wassers, welche durch verschiedene lokale Umstände verursachet werden können, wie z. B. durchs Zusammentreffen zweyer entgegengesetzter Ströme, durch Ebbe und Fluth, durch den Stoß der Ströme an Klippen u. dergl. Die gefährlichsten für die Seefahrer sind die, welche im Meere sich befinden, obgleich auch hin und wieder auf Flüssen kleine Wirbel entstehen können. Bey den Alten war der chalcidische Euripus zwischen den Küsten von Böotien und der Insel Euböa (Negroponte) berühmt, welcher jedoch von Strabo [α]), Mela [β]) und Livius [γ]) sehr verschieden beschrieben wird. Dabey wird die Fabel erzählet, daß sich Aristoteles ins Meer gestürzet haben soll, weil er diesen Wirbel nicht erklären konnte. Der Jesuit Babin [δ]), der zwey Jahre zu Negroponte gewohnt hat, führet an, daß unter den 29 Tagen jedes Mondwechsels 20 sind, an welchen das Meer daselbst eine ordentliche Ebbe und Fluth hat, daß aber vom 9ten bis zum 13ten, so wie vom 21ten bis zum 26ten Tage jedes Monats, die Ebbe und Fluth alle 24 Stunden 12 bis 14 Mahl abwechselt. Es gehöret auch hierher die Charybdis zwischen Neapel und Sicilien, jetzt Cap Faro. Von diesem sonst nur schwachen Strudel wird von den Alten erzählet, daß er täglich das Wasser einige Mahl abwechselnd einschlucke und auswerfe. Der Pater Kircher [ε]) hat ihn näher untersuchen lassen, und gefunden, daß der Grund in einigen Stellen aus durchschnittenen Felsen bestehe; in andern befindet sich ein einziger Felsen, welcher gleichsam eine Brücke zwischen den beyden

α) Lib. IX. β) II. 7. γ) XXIII. 6.
δ) Philosoph. Transact. Num. 71. p. 2153.
ε) Mundus subterran. Tom. I. p. 97.

den Küsten Siciliens und Italiens ausmacht; an noch andern trifft man Sand an. Das Meer ist daselbst in einer unaufhörlichen Bewegung.

Der berühmteste Strudel ist der so genannte **Mal- oder Moskestrom** unter 68° Breite an der Norwegischen Küste. Man hat von ihm mancherley Unrichtigkeiten verbreitet, und **Kircher** glaubte, es sey hier ein Schlund, welcher mit dem Bothnischen Meerbusen zusammenhange. Dieser Strudel wird nach den glaubwürdigen Beschreibungen von **Schelderup** a) und **Bergmann** durch Ebbe und Fluth veranlasset, gegen welche nach der Quere ein Meerstrom anstößt, welcher zwischen den so genannten Losodden hindurchgeht. Dieser Strom wird durch die Ebbe und Fluth so umgelenket, daß er sich 6 Stunden gegen Süden, und 6 Stunden gegen Norden wendet. Wenn die Ebbe und Fluth gegen den Strom am meisten wirket, so erfolget ein Wirbel gleich einem umgekehrten hohlen Kegel, dessen Axe über 2 Klastern beträgt; indessen wird in ihm nichts verschlungen oder zermalmet, vielmehr gibt es darin die besten Fische. Bey voller und ganz niedriger See ist das Wasser ganz ruhig. Die größte Gefahr verursachet der Fall des Wassers und die Menge der blinden Klippen, daher sich die Seefahrer dem Strudel ostwärts auf eine und westwärts auf 5 bis 6 schwedische Seemeilen nicht nähern. Steht das Meer in der halben Fluth, indem das Wasser nach Norden geht, so hat der Strom seinen Lauf nach Süden. Je größer aber die Fluth wird, desto mehr wendet sich zuerst der südliche Theil desselben, und so nach und nach das übrige gegen Südwesten, Westen, Nordwesten, und zuletzt gegen Norden. Ist aber das Meer halb gefallen, so steht er ein wenig still, und kehret sich dann zurück gegen Nordwesten, Westen, Südwesten und endlich gegen Westen so, daß er binnen 12 Stunden die ganze Hälfte des Compasses ein Mahl durch- und wieder zurückläuft. Außerdem führet **Bergmann** noch einige kleinere Strudel in der Nordsee an, welche bey ruhiger See wenig gefährlich sind.

a) Schwed. Abhl. von 1750. der deutsch. Uebers. XII. B. S. 177 u. f.

M. s. Lulofs Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel, durch Kästner §. 324. S. 278. Bergmanns physikalische Beschreibung der Erdkugel, durch Röhl. B. 1. S. 368 u. f.

Stürme s. Winde.

Stufenleiter der einfachen Verwandtschaften s. Verwandtschaft, chemische.

Stunde s. Sternzeit, Sonnenzeit.

Stundenkreis (circulus horarius, cercle horaire) heißt ein jeder größter Kreis der unbeweglichen Himmelssphäre, welcher durch beyde Pole gehet, und daher auf dem Aequator senkrecht stehet. Auf solche Art sind alle die (fig. 115.) durch die beyden Pole p und q gehenden größten Kreise Stundenkreise. Gesetzt es stehe ein Stern in s, so ist sein Stundenkreis, in welchem er sich jetzt befindet, zugleich sein Abweichungskreis. M. s. Abweichungskreis. Da aber dieser Stern in seinem Tagekreise die fortruckt, so kommt er auch beständig in andere und andere Stundenkreise. Es sind also die Stundenkreise mit den Abweichungskreisen einerley, nur daß jene zur unbeweglichen und diese zur beweglichen Himmelssphäre gehören. Der Abweichungskreis p s q des Sterns s fällt innerhalb 24 Stunden auf alle mögliche Stundenkreise. Auf solche Art kann man sich unzählige Stundenkreise vorstellen, indem durch jeden Punkt des Aequators einer gehen kann. Wenn man aber den Aequator in 24 Theile vom Meridiane des Beobachtungsortes aus eintheilet, so wird der Stern s gerade eine Stunde Sternzeit gebrauchen, um von einem Stundenkreise zum andern zu kommen, die Sonne aber eine Stunde Sonnenzeit. Vom Meridiane des Beobachtungsortes an wird also der Stern binnen 24 Stunden Sternzeit durch alle Stundenkreise, und die Sonne binnen 24 Stunden Sonnenzeit durch selbige gegangen seyn. Da wir nun im gemeinen Leben uns nach der Sonnenzeit richten, so folgt daraus, daß wir 1 Uhr haben müssen, wenn sich die Sonne im ersten, 6 Uhr, wenn sie sich im zwölften Stundenkreise befindet u. s. f.

Die Ebenen aller Stundenkreise schneiden sich in der Weltaxe p q. Wenn man sich also statt dieser gemeinschaft-

lichen

lichen Durchschnittslinie p q aller dieser Kreise einen dünnen Stift vorstellet, welcher der Sonne gegenüber einen Schatten wirft, so wird nothwendig dieser Schatten bey jedem Sonnenstande in den nämlichen Stundenkreis fallen, worin die Sonne steht. Weil man nun die ganze Erdkugel als unendlich klein im Mittelpunkte des ganzen Weltraums in Rücksicht dieser Erscheinungen annehmen kann, so ist es leicht zu begreifen, daß ein jeder mit der Weltaxe parallele Stift auf der Erdfläche als ein Stück der Weltaxe selbst betrachtet werden kann, und daß der Schatten dieses Stiftes jederzeit in die Ebene des Stundenkreises fällt, in welcher die Sonne stehet. Hierauf beruhet die Verfertigung der Sonnenuhren, wovon die **Gnomonik** weitern Unterricht ertheilen muß.

Hieraus wird aber nun auch der Gebrauch des Stundenkreises auf den künstlichen Erd- und Himmelskugeln begreiflich. M. s. **Himmelskugel, künstliche.** Dieser wird nämlich an den Stundenkreisen eben so gut, wie der Aequator, in 24 Theile getheilt. Aus diesem Grunde geht der Zeiger um den Pol um eben so viele Sternstunden fort, als dem Stücke der Himmelssphäre, um welches man sie fortgedrehet hat, zugehöret.

Stundenwinkel (angulus horarius, angle horaire) heißt derjenige Winkel, welchen ein Stundenkreis mit dem Mittagskreise des Ortes macht. Wäre der Kreis (fig. 115.) a f q g der Mittagskreis des Ortes, so würde der Stundenwinkel der Winkel b a f seyn. Das Maß dieses Winkels ist der Bogen h b des Aequators b c. Wenn man diesen Bogen in Zeit verwandelt, so zeiget diese, wie lange der Stern f noch in seinem Tagekreise fortgehen müsse, ehe er in den Mittagskreis in d anlangt. Der Stundenwinkel b p f läßt sich durch Auflösung des Kugeldreyeckes a p f finden, wenn in selbigem drey Stücke bekannt sind.

Sublimat, ätzender s. **Quecksilber.**

Sublimation s. **Destillation.**

Subtil s. **Fein.**

Süd, Süden s. **Mittagspunkt.**

Südliche Abweichung, Breite, Halbkugel, u. s. f. s. Abweichung, Breite u. s. f.

Südlicht, Australschein (auroræ australis, lumen australe, aurore australe, lumière australe) ist ein Lichtschein, welchen die Bewohner der Südländer gegen den Südpol hin sehen, und welcher demjenigen ähnlich ist, den wir gegen den Nordpol unter dem Nahmen Nordlicht gewahr werden. Ohne Zweifel hat auch das Südlicht mit dem Nordlichte eine ähnliche Beschaffenheit und gleiche Ursachen.

Die Seefahrer unter Cook's Anführen scheinen diese Erscheinung zuerst im Jahre 1773 gesehen zu haben, ob man gleich vorher eine solche vermuthet hatte. Nach Herrn Forsters Erzählung ist das Südlicht dem Nordlichte völlig gleich. Er nahm alle Phänomene, die beym Nordlichte sich zeigen, beym Südlichte auf gleiche Art gewahr. Uebrigens beobachteten sie die Südlichter am 18, 19, 20, 21 und 26sten Februar, und den 15 und 16ten März 1773.

Nach Herrn Lichtenbergs *) Vermuthung zeige vielleicht unsere Erdkugel, wie ein großer Turmalin, an beyden Polen entgegengesetzte Elektricitäten, welche durch die Wärme erreget würden.

Südpol am Himmel s. Weltpole.

Südpol der Erde s. Erdpole.

Sümpfe (stagna, etangs) sind Sammlungen großer Gewässer, welche in keiner sichtbaren, wenigstens keiner unmittelbaren Gemeinschaft mit dem Meere stehen. Von diesen unterscheidet man die Moräste, Moore, Brüche (paludes, marais). Hierunter versteht man Sammlungen solcher Gewässer, welche durch Vermischung mit erdigen Substanzen einen Theil ihrer Flüssigkeit verloren haben, so daß sie nicht schiffbar sind.

Die eigentlichen Sümpfe verändern die Höhe ihrer Oberfläche nicht merklich, wenn gleich ein starker Zufluß von Wasser in selbige sich ergießet. Dergleichen gibt es sehr viele besonders in Asien. Die beträchtlichsten davon sind

*) Super noua methodo, naturam et motum fluidi elect. inuestigandi; in comm. soc. Goett. Class. mathem. 1779. Tom. I. p. 78.

sind das kaspische Meer, der See Aral, der See Maravi in Afrika, der See oder das Meer Moussa, der See Tozzer u. s. w.

Das kaspische Meer (mare Hyrcanum s. Caspium) ist ungefähr 7820 Quadratmeilen groß, und in der Mitte über 300 Fuß tief. Es wurde vom Ptolemäus auf seiner Karte zuerst angegeben, aber seine Breite größer, als seine Länge gesetzet; Olearius hat aber diese Unrichtigkeit in seiner moskowitischen und persischen Reisebeschreibung zuerst bemerket. Herodot beschreibet das kaspische Meer als einen See, Strabo hingegen glaubet, es hänge mit dem großen Weltmeere zusammen. Im 17ten Jahrhunderte hat man über die Gestalt und Beschaffenheit dieses Meeres gestritten. Erst im Jahre 1718 ließ es Peter der Große genauer untersuchen, woraus die erste richtige Karte desselben entstand [α]). In das kaspische Meer ergießen sich sehr ansehnliche Flüsse, von welchen die Wolga allein ungefähr in jeder Minute 15 Millionen, oder täglich 21600 Millionen Cubikfuß Wasser hineinbringt. Wenn man überdem das übrige Wasser, welches durch den Jsaik, die Yemba u. s. w. das aus der Atmosphäre herabgefallene mit eingeschlossen, in dasselbe kommt, nur doppelt so groß annimmt, so müssen täglich wenigstens 648000 Millionen Cubikfuß Wasser in dieses Meer fallen, an welchem doch weder ein Abfluß, noch ein Zunehmen seiner Höhe bemerket wird. Um es nun begreiflich zu machen, wo diese große Menge Wassers hinkomme, haben einige angenommen, es ergieße sich dieses Wasser durch einen unterirdischen Kanal in den persischen Meerbusen. Kircher [β]) führet aus einem persianischen Schriftsteller an, das schwarze Meer werde unruhig, wenn der Ostwind auf dem kaspischen Meere stürme, dagegen dieses letztere Wellen werfe, wenn das schwarze Meer durch den Westwind beweget werde; auch, daß man an den Ufern des schwarzen Meeres Auswürfe von Seegräsern, Bäumen und Schlangen finde, welche man sonst nur im kaspi-

α) Mémoir. de l'Academie de Paris 1721. p. 320.
β) Mund. subterran. Tom. I. p. 80 sqq.

kaspischen Meere antreffe. Dahingegen erzählet der Jesuit Philipp April α), daß man zur Herbstzeit im persischen Meerbusen sehr häufig Weidenlaub finde, obgleich die Weide im mittägigen Persien ganz unbekannt sey, und nur um die Ufer des kaspischen Meeres wachse; auch daß bey Kilan zwey tiefe Schlünde wären, durch welche das Wasser des kaspischen Meeres in den persischen Meerbusen sich ergieße. Allein Blumestorf hat genauere Untersuchungen darüber angestellet und diese beyden Schlünde als unrichtig befunden. Nach Bergmanns Ueberschlage ist die Ausdünstung nicht hinreichend, diese Erscheinung zu erklären. Denn nimmt man die Ausdünstung jährlich auf 30 Zoll, und die Oberfläche des Meeres 3650 schwed. Quadratmeilen an, so findet man die jährliche Ausdünstung wenig über 14 Billionen Cubikfuß, da der Zufluß nach der obigen Berechnung über $22\frac{1}{2}$ Billionen Cubikfuß im Jahre betragen müßte. Dagegen behauptet aber doch Gmelin β), daß gerade so viel Wasser verdunste, als das Meer wieder erhalte, ohne daß etwas in den persischen Meerbusen ausgeleeret werde.

Uebrigens scheint es ausgemacht zu seyn, daß das kaspische Meer mit dem schwarzen Meere sonst in Verbindung gestanden hat; jetzt ist es niedriger als es sonst war, und hat beträchtlich abgenommen; daher muß es entweder durch Verdunstung mehr Wasser verlieren, als es mittelst des Regens und der Flüsse erhält, oder ein Theil seines Wassers muß wirklich unter der Erde einen Abzug haben, und so in andere Meere übergehen, oder sich im Innern der Erde verlaufen.

Gewöhnlich ist das Wasser der Sümpfe mehr oder weniger salzig; von dieser Art ist das Wasser des kaspischen Meeres, des Sees Aral, des schwarzen und des todten Meeres u. s. w. wovon der Artikel, Meer, nachzusehen ist.

Was die eigentlichen Moräste, Moore u. s. betrifft, so sind diese nach Lulofs von doppelter Art. Zur ersten Art gehören

α) Voyage en divers états d'Europe et d'Asie. à Paris 1693. 12. s. Acta erudit. Lips. Febr. 169.. p. 63.

β) Reise durch Rußland. Dritter Theil. St. Petersb. 1774.

gehören diejenigen, deren feste Substanzen unverbrennlich sind, und welche aus bloßer Vermischung des Wassers mit einem sandigen oder lehmigen Boden entstehen. Solche Gewässer finden sich überall, wo Quellen in der Tiefe entspringen, deren Wasser nicht ablaufen kann; wo Gründe mit Abhängen umschlossen sind, so daß das herabkommende Regen- und Schneewasser nicht weiter abfließen kann; wo endlich in niedrigen Gegenden große und dicke Gehölze die Ausdunstung und den Abfluß des von Bergen kommenden Wassers verhindern. Zur zweyten Art gehören die **Torfmoore**, deren feste Substanz verbrennlich ist. Der **Torf** besteht aus verweseten Wurzeln mehrerer Sumpfgewächse, welche oft zum Theil von Erdharz durchdrungen sind. Er läßt sich, wie die Steinkohlen, verkohlen, und so zu verschiedenem Gebrauche geschickter machen. Das meiste Torfland ist feucht und sumpfig; jedoch gibt es auch alte mehr ausgetrocknete Torflagen, oft hoch über dem Wasser, und mitten unter andern Erdschichten von verschiedenen Materien. In niedrigen Gegenden des festen Landes, die besonders etwas feucht sind, wird der Torf in Menge gefunden. Nach Herrn **Weber** α) soll der Ruß des holländischen Torfs wahren Salmiak enthalten; er scheint jedoch mehr zufällig, als wesentlich da zu seyn.

Die vorzüglichsten Schriften, welche von dem Torfe der verschiedenen Länder gehandelt haben, sind die von **J. H. Degner** β), **Abildgaard** γ), **Hagen** δ), **Schulze** ε) und **Fischerström** ζ).

Ueber die Benutzung der Torfmoore hat **Findorf** η), und aus demselben **de Lüc** ϑ) Unterricht ertheilet.

M. f.

α) In dem physisch. chem. Magazin. Th. I. S. 126.
β) Diss. de Turfis. Traj. ad Rhen. 1729. 8.
γ) Abhandl. vom Torfe; aus dem Dän. Kopenh. 1765. 8.
δ) Phys. chem. Betracht. über d. Torf in Preußen. Königsb. 1764. 8.
ε) Betracht. der brennbaren Mineralien in Sachsen. Dresd. 17[illegible]. 8.
ζ) Anmerkung. vom Torf, in den neuen schwed. Abhandl. 1781. B. II. S. 255. und in Crells Annalen. 1784. B. I. S. 4.7 f.
η) Anmerk. über die Moore im Herzogth. Bremen: in Beckmanns Beyträgen zur Oekon. Technolog. Polizey- und Cameralw. 4. Th.
ϑ) Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen. B. II. der Uebers. S. 314.

Digitized by Google

M. s. Lulofs Einleitung zur mathemat. und physikal. Kenntniß der Erdkugel, a. d. Holländ. v. Kästner. Götting. und Leipz. 1755. 4. Cap. 15. Torb. Bergmann physikal. Beschreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. von Röhl, B. I. Greifsw. 1780. 8. Abth. III. Cap. 3 u. 4. De Lüc Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen, a. d. Franz. B. II. Leipz. 1782. 8. S. 322 f.

Sumpfluft s. Gas, brennbares.

Sympathie (sympathia, sympathie). Man versteht darunter eine gewisse geheime Verbindung zweyer oder mehrerer Körper gegen einander, so daß dadurch unglaubliche Wirkungen hervorgebracht werden. Die Scholastiker redeten viel von der Sympathie, und rechneten sie zu den verborgenen Qualitäten. So glaubten sie z. B., daß unsere Erde in einer solchen Verbindung mit den Himmelskörpern sich befände, woraus sie die Bewegungen derselben zu erklären suchten. Wenn die Wirkung der Körper gegen einander durchs Abstoßen zu erfolgen schien, so legten sie den Körpern eine Antipathie bey.

Jetzt wird aber wohl kein vernünftiger Naturforscher mehr an Sympathie und Antipathie denken, ob es gleich bey dem gemeinen Manne noch sehr im Gange ist, besonders Krankheiten durch Sympathie zu heilen. Aerzte dieser Art sollten freylich nicht geduldet werden, ihre Absicht ist offenbar Gewinnsucht; allein sie sind bey der größten Wachsamkeit nicht immer zu entdecken.

Synodischer Monath s. Monath.

Syzygien (syzygiae, syzygies). Mit diesem Nahmen bezeichnet man diejenigen Stellungen zweyer Planeten, in welchen sie mit der Erde fast in gerader Linie sich befinden, mithin in ihrer Zusammenkunft, oder in ihrem Gegenschein. M. s. Aspekten. Vorzüglich wird dieser Ausdruck bey der Zusammenkunft und dem Gegenschein des Mondes mit der Sonne oder bey den Erscheinungen des Neumondes und des Vollmondes gebrauchet. M. s. Quadratur.

Ende des vierten Theils.

Digitized by Google

Princeton University Library
32101 047569858

Digitized by Google

Digitized by Google